



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Odontología

Unidad de Posgrado

**“Estudio histomorfométrico del hueso cortical en
rebordes edéntulos y su relación con la tomografía
computarizada *Cone Beam*”**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Estomatología

AUTOR

Sixto Angel GARCIA LINARES

ASESOR

Dr. Luis Hernando GALVEZ CALLA

Lima, Perú

2020



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Garcia S. Estudio histomorfométrico del hueso cortical en rebordes edéntulos y su relación con la tomografía computarizada *Cone Beam* [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Unidad de Posgrado; 2020.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

Código ORCID del autor	0000-0001-5057-5900
DNI o pasaporte del autor	43417429
Código ORCID del asesor	0000-0002-6112-4993
DNI o pasaporte del asesor	10373346
Grupo de investigación	Periodoncia e Implantes Investigación
Agencia financiadora	UNMSM
Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación	LIMA
Disciplinas OCDE	Odontología, Cirugía oral, Medicina oral http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14 Anatomía, Morfología http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.01.01



Facultad de Odontología

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

UNIDAD DE POSGRADO



"Año de la universalización de la salud"

ACTA N° 015-FO-UPG-2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS MODALIDAD VIRTUAL PARA OPTAR POR EL GRADO ACADEMICO DE DOCTOR EN ESTOMATOLOGÍA

Autorizado por RR N°01357-R-20

En la ciudad de Lima, a los 20 días del mes de octubre del año dos mil veinte, siendo las 11:00 horas, se reunieron los miembros del Jurado para llevar a cabo la sustentación de la tesis titulado: **"ESTUDIO HISTOMORFOMÉTRICO DEL HUESO CORTICAL EN REBORDES EDÉNTULOS Y SU RELACIÓN CON LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM"**, presentado por el Magister don **SIXTO ANGEL GARCIA LINARES**, para optar el grado académico de Doctor en Estomatología.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación correspondiente, después de la cual obtuvo la siguiente calificación:

Excelente

20

Veinte

Escala

Número

Letras

A continuación, el Presidente del Jurado, en virtud de los resultados favorables, recomienda que la Facultad de Odontología proponga que la Universidad le otorgue al Magister don **SIXTO ANGEL GARCIA LINARES**, el grado académico de Doctor en Estomatología.

Se expide la presente acta en cuatro originales y siendo las 12:30, se da por concluido el acto académico de sustentación.

Dr. Luis Alberto Cuadrao Zavaleta
Presidente

Dr. Donald Ramos Perfecto
Miembro

Dr. Jorge Luis Mezzich Gálvez
Miembro

Dr. Luis Hernando Gálvez Calla
Miembro (Asesor)

Escala de calificación

- Excelente 20, 19
- Muy bueno 18, 17
- Bueno 16, 15
- Aprobado 14
- Desaprobado 13 o menos



Facultad de Odontología

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

UNIDAD DE POSGRADO



"Año de la universalización de la salud"

❖ RECOMENDACIONES

Habiendo concluido satisfactoriamente la sustentación de su tesis el Mg. Sixto García Linares, el Jurado de sustentación le recomienda que siga con línea de investigación que viene desarrollando, así como, publique sus resultados en una revista indexada.

Datos de la plataforma virtual institucional del acto de sustentación:

https: <https://meet.google.com/nyh-hhqs-osn>

ID:

Grabación archivada en: plataforma Google Meet

❖ PÚBLICO ASISTENTE: (Nombre, apellido y DNI)

Alvarado Menacho Sergio Francisco

42148414

Arroyo Pérez Carlos Alberto

25515430

Chein Villacampa Sylvia Antonieta

08832619

Torres Ramos Gilmer

10194229

“Quelli che s'innamorano di pratica senza scienza son come il nocchiere, che entra in naviglio senza timone o bussola, che mai ha certezza dove si vada”

LEONARDO DA VINCI

DEDICATORIA

A Gissel mi esposa y compañera de vida por su constante apoyo y sacrificio.
Siempre agradecido por sus oraciones.

A mis hijos, que me enseñan cada día a intentar ser mejor.

A mi madre por su confianza incondicional y su fé en mi.

A mi padre por mostrarme el camino en esta profesión.

A mi hermano por mostrarme otros formas de leer la vida, lejano pero presente.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater , la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por impulsar a la investigación subvencionando esta tesis doctoral.

A mi asesor Dr Luis Galvez Calla por su apoyo permanente.

A mis compañeros del Doctorado Carlos Arroyo, Sergio Alvarado y Mario Cassaretto, Los Mosqueteros “uno para todos y todos para uno” por su camaradería y estímulo constante.

A la plana docente del Doctorado en especial a las Dras Karin Uchima , Dra Laura Ramirez y Sandra Palomino por su valiosa ayuda al inicio de nuestro camino.

Al Dr Gilmer Torres por su ayuda en el tramo final.

A la Profesora Mg Nancy Rojas Moran del Instituto De Patología Facultad de Medicina Laboratorio de Microscopia Electrónica por su inmenso apoyo en la lectura de muestras y uso del Microscopio.

A las Srtas Majorie Billadoni Villavicencio y Fanny Del Castillo Gutierrez egresadas de la Facultad de Ciencias Matemáticas – Estadística por su invaluable y concienzudo apoyo en la parte estadística.

RESUMEN

Garcia Linares S. Estudio histomorfométrico del hueso cortical en rebordes edéntulos y su relación con la Tomografía Computarizada *Cone Beam*

1. Los objetivos del presente estudio son: 1) Evaluar la histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos según sexo y región molar del maxilar y mandíbula, 2) Evaluar las unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos según sexo y regiones del maxilar y mandíbula, y 3) Relacionar los resultados histomorfométricos del hueso cortical con la medición de las unidades Hounsfield en la tomografía computarizada *Cone Beam* según sexo y regiones del maxilar y mandíbula. **Materiales y Métodos** Este estudio transversal analizó en 35 pacientes de la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos la histomorfometría según número de osteonas, osteocitos y espesor del hueso cortical y las unidades Hounsfield en la tomografía computarizada *Cone Beam* según sexo y regiones del maxilar y la mandíbula para determinar la correlación existente. **Resultados** El promedio de las unidades Hounsfield es de 593 ± 121.10 en el sexo masculino y 570 ± 127.35 en el sexo femenino. El número de osteones en promedio fue de 16.5 ± 2.71 sexo masculino y 12 ± 4.68 en el femenino. El número de osteocitos en promedio fue de 179 ± 39.99 sexo masculino y 124 ± 50.55 en el femenino. Con respecto al espesor cortical en el sexo masculino era 33 ± 50.55 micras y 31 ± 8.91 en el femenino. Se halló una distribución de normalidad multivariada entre los datos. Se realizó mediante la correlación de Pearson entre las unidades Hounsfield y las variables cuantitativas espesor cortical, número de osteones, y número de osteocitos. Existe una correlación positiva débil estadísticamente significativa entre el espesor del hueso cortical y las unidades hounsfield 0.2 valor de R ($p < 0.01$). Sin embargo, este hallazgo ha sido contrastado por pares para poder confirmar la correlación. La comparación estadística por pares ha mostrado solamente una relación significativa entre el espesor óseo cortical y las unidades Hounsfield. Las regiones premolar inferior y molar inferior tienen un *Odds Ratio* de 13 y 63 respectivamente con respecto al espesor óseo cortical comparada a la región molar superior, es decir que estas regiones (premolar inferior y molar inferior) tienen 13 y 63 veces más probabilidad de tener una mejor calidad ósea que la región molar posterior superior.

PALABRAS CLAVE Proceso alveolar, tomografía computarizada *Cone Beam* anatomía e histología

ABSTRACT

Objectives of this study were: 1) evaluate cortical bone histomorphometry in edentulous ridges according to sex and regions of maxilla and mandible, 2) evaluate of cortical bone Hounsfield units in edentulous ridges according to sex and regions of maxilla and mandible, and 3) Correlate cortical bone histomorphometric results with the measurement of the Hounsfield units in the Cone Beam Computed Tomography according to sex and regions of maxilla y mandible. Materials and Methods This cross-sectional study analyzed in 35 patients of Faculty of Dentistry Clinic of the National University of San Marcos histomorphometry according to the number of osteons, osteocytes and cortical bone thickness and Hounsfield units in Cone Beam computed tomography Hounsfield units according to sex and regions of maxilla and mandible to determine the existing correlation. Results Hounsfield units average was 593 ± 121.10 in the male sex and 570 ± 127.35 in the female sex. number of osteons average was 16.5 ± 2.71 male and 12 ± 4.68 in the female. Number of osteocytes average was 179 ± 39.99 male and 124 ± 50.55 in the female. About cortical alveolar bone thickness in males, it was 33 ± 50.55 microns and 31 ± 8.91 in females. It was found distribution of normality between the data. Pearson's correlation between Hounsfield units and quantitative variables cortical thickness, number of osteons, and number of osteocytes. There is a statistically significant moderate positive correlation between the thickness of the cortical bone and the Hounsfield units 0.452 value of R (p 0.01). However, this finding has been peer-tested to confirm the correlation. Statistical pairwise comparison has only shown a significant relationship between cortical bone thickness and Hounsfield units. The lower bicuspid and lower molar regions have an 13 and 63 Odds Ratio respectively on cortical bone thickness compared to the upper molar region, that is, these regions (lower bicuspid and lower molar) are 13 and 63 times more likely to have better bone quality than the upper posterior molar region.

KEY WORDS Alveolar process, computed tomography cone beam anatomy and histology

ILUSTRACIONES

FIG 1	Clasificación Calidad ósea de Lekholm y Zarb	17
Fig 2	Modelo representativo del diseño de la investigación	27
Fig 3	Selección del área de corte	28
Fig 4	Selección cortes transaxiales	29
Fig 5	Ubicación de cortes transaxiales	29
Fig 6	Ubicación del eje correspondiente a la marca radiopaca	30
Fig 7	Selección del implante de la galería de imágenes	31
Fig 8	Ubicación del implante de la galería de imágenes	31
Fig 9	Ubicación del implante sentido tridimensional	32
Fig 10	Selección de la opción densidad ósea	32
Fig 11	Selección de la opción unidades HU	33
Fig 12	Anotación de unidades HU	34
Fig 13	Trefina de 2 x 10 mm	35
Fig 14	Muestra histológica con coloración Hematoxilina Eosina	36
Tabla 1.	Evaluación descriptiva de la histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos según sexo	39
Tabla 2:	Evaluación descriptiva de la histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos según región del maxilar y mandíbula.	42
Tabla 3	Evaluación descriptiva de las unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos según sexo.	44
Tabla 4:	Evaluación descriptiva de unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos según región del maxilar y mandíbula	45
Tabla 5:	Número de osteocitos y el espesor cortical alveolar según la región del maxilar y mandíbula	46
Tabla 6.	Comparaciones por pares de las regiones del maxilar y la mandíbula según el número de osteocitos	46
Tabla 7.	Comparaciones múltiples de las regiones del maxilar y la mandíbula según el espesor cortical alveolar	47
Tabla 8.	igualdad estadística de medias en calidad ósea en la CBCT en unidades Hounsfield y número de osteonas según las regiones del maxilar y la mandíbula	47

Tabla 9. Relación de las regiones del maxilar y la mandíbula con la histomorfometría del hueso cortical, las unidades hounsfield y el sexo comparado a la región molar superior según un modelo de regresión logística multinomial	48
Gráfico 1 Número de osteonas por campo según sexo	40
Gráfico 2. Número de osteocitos por campo según sexo	40
Gráfico 3. Espesor óseo cortical según sexo	41
Gráfico 4 Número de osteonas por campo según región del maxilar y mandíbula.	42
Gráfico 5 Número de osteocitos por campo según región del maxilar y mandíbula.	43
Gráfico 6 Espesor óseo cortical según región del maxilar y mandíbula.	44
Gráfico 7 unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos según sexo	45
Gráfico 8 unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos según región del maxilar y mandíbula.	46
Gráfico 9: Matriz de dispersión, Histograma y Correlación	68
APÉNDICE A Matriz de dispersión el histograma y la correlación entre las variables de calidad ósea en la CBCT en unidades Hounsfield, número de osteocitos, número de osteones, espesor óseo cortical	68
APÉNDICE B1. Relación entre las unidades hounsfield y la histomorfometría del hueso cortical	69
APÉNDICE B2. Relación entre los diversos valores de la histomorfometría del hueso cortical	70
APÉNDICE C Medidas de correlación lineal múltiple entre los indicadores de calidad ósea	71
APÉNDICE D Normalidad p_variada	72
APÉNDICE E Medidas de forma	73
APÉNDICE F Prueba de Shapiro Wilks para evaluar la normalidad de las características de calidad ósea	74

1. CAPÍTULO INTRODUCCIÓN	13
2. CAPITULO REVISIÓN DE LA LITERATURA	17
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGACIÓN	17
2.2. BASES TEÓRICAS	18
3. CAPÍTULO PROPUESTA	25
3.1. Objetivo General:	25
3.2. Objetivos Específicos	25
4. CAPÍTULO MATERIAL Y MÉTODO.....	26
4.1. Consideraciones éticas.....	26
4.2. Diseño del estudio	26
4.3. Casuística	26
4.4. Método	28
4.5. Análisis e Interpretación de Datos	37
5. CAPITULO RESULTADOS.....	39
6. CAPITULO DISCUSIÓN	53
7. CAPITULO CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
APÉNDICES	68
ANEXOS	75

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

ACM	Ancho Cortical Mandibular
CBCT	Cone Beam Computerized Tomography
DMO	Densidad mineral ósea
DXA	Absorciometría de rayos X de energía dual (por sus siglas en ingles)
HE	Hematoxilina Eosina
HU	Unidades Hounsfield (por sus siglas en inglés)
ISQ	cociente de estabilidad inicial del implante (por sus siglas en ingles)
ITV	valor de torque de inserción (por sus siglas en ingles)
MSCT	tomografía computarizada multicorte
OMS	Organización Mundial de la Salud
RPD	radiografías panorámicas dentales
µm	Micra
UNMSM	Universidad Nacional Mayor de San Marcos
WHOQOL-BREF	Cuestionario de Calidad de Vida OMS Versión abreviada (por sus siglas en ingles)

1. CAPÍTULO INTRODUCCIÓN

La calidad de vida en relación a la pérdida dentaria ha sido revisada alrededor del mundo, la salud bucal medida por la pérdida de dientes fue asociada con impactos negativos en la calidad de vida general evaluada por el instrumento de la OMS (WHOQOL-BREF).¹ Este instrumento evalúa calidad general de vida, aspecto físico psicológico, social, y ambiental. La calidad de vida tiene como uno de sus componentes a la salud bucal y la pérdida de dientes es una manera de evaluar la misma.

Una alternativa de tratamiento para la pérdida dentaria son los implantes dentales.^{2,3} Un implante dental es elemento inerte que se inserta en el hueso de la mandíbula o el maxilar para reemplazar la raíz de un diente.⁴ La oseointegración es la conexión firme, estable y duradera entre el implante dental y el tejido óseo cicatrizado a su alrededor.⁵ Esta cicatrización ósea se presenta en los eventos de migración, proliferación y diferenciación celular que ocurren en la denominada interfase hueso-implante dental.^{6,7} Es importante conocer la calidad ósea del espesor cortical del hueso alveolar (denominada también como densidad ósea por algunos autores), para la planificación y pronóstico de la cirugía de implantes dentales puesto que la interfase hueso implante debe ser una relación estable y duradera en el tiempo.^{4,8-10} Cuando nos referimos a calidad ósea del hueso alveolar nos referimos en este estudio a las características histomorfométricas como espesor del hueso cortical, presencia de osteonas, presencia de osteocitos (determinada por la presencia de osteoplastos) sin embargo también se debe mencionar que la calidad ósea del hueso alveolar en la literatura se ha evaluado a través de diversos métodos tanto radiográficos como tomográficos y con diversos análisis como son el valor de inserción de torque, Periotest.

Los implantes dentales son evaluados a través de diversos criterios. La supervivencia de los implantes es una manera de evaluar los implantes a largo plazo.¹¹⁻¹³ En un estudio sobre supervivencia de implantes dentales a 10 y 16 años se observaron los siguientes resultados: en relación a la tasa de supervivencia acumulada del implante a largo plazo hasta 16 años fue del 82,94%.¹² La prevalencia de complicaciones biológicas fue del 16,94% y la prevalencia de complicaciones técnicas y las complicaciones fueron del 31,09%. La tasa de complicaciones acumuladas después de un período de observación de 10 a 16 años fue del 48,03%, lo que significa que se utilizaron cantidades considerables de tiempo en el sillón dental después de la colocación del implante. La mayoría de las pérdidas de implantes y las complicaciones biológicas se concentraron

en un número relativamente pequeño de pacientes.¹² La calidad ósea del hueso alveolar fue uno de los factores evaluados en la supervivencia de los implantes y ha sido evaluada en la supervivencia de implantes mediante Periotest, análisis de frecuencia de resonancia, valor de torque de inserción.

Albrektsson et al (1985)⁵ propuso criterios de éxito para los implantes dentales: El implante esta inmóvil al evaluarlo clínicamente,¹⁴ no existe evidencia de radiolucidez periimplantaria al ser evaluada en una radiografía sin distorsión, el promedio de pérdida ósea vertical es menor a 0,2 mm por año después del primer año de instalación del implante, no se manifiesta dolor, incomodidad o infección atribuible al implante, el diseño del implante permite la instalación de una prótesis con una apariencia satisfactoria para el paciente y también para el odontólogo tratante. Mediante la evaluación de estos criterios se espera un porcentaje de éxito de un 85% a los 5 años de observación y de un 80% a los 10 años de observación para clasificar al implante dentro de los niveles mínimos de éxito.^{14,15}

De todos estos criterios, la movilidad es el criterio más sensible puesto que si un implante se mueve, definitivamente debe ser retirado.^{2,16-18} La movilidad en el seguimiento es un signo de la etapa final de la patología periimplantaria e indica completo fracaso de la oseointegración.¹⁶ La ausencia de movilidad es, por lo tanto, un criterio importante para el éxito de la terapia de implantes.¹⁷ Después de un adecuado período de curación la movilidad clínicamente visible de un implante indica falta de osteointegración.¹⁹ La calidad ósea del hueso alveolar no puede evaluarse con la movilidad, sin embargo si es un factor relevante para la permanencia del implante en boca.

Dentro de los elementos que podemos observar para evaluar la calidad ósea tenemos por ejemplo al hueso alveolar.²⁰ El hueso es un tejido dinámico en constante formación y reabsorción, este proceso se denomina remodelado, y permite la renovación de un 5-15 % del hueso total al año en condiciones normales.²¹ El hueso es capaz de regenerarse, permitiendo la *restitutio ad integrum* tras el trauma.²² El hueso alveolar se forma con el diente, lo sostiene cuando trabaja y desaparece con él.^{6,23,24} La lamina dura del proceso alveolar tienen origen periodóntico (crece por aposición a partir de las regiones osteogénicas del ligamento periodontal) y medular (se forma a expensas de los osteoblastos del tejido medular adyacente).²⁵ La lámina compacta perióstica tiene un doble origen: perióstico y medular, de éstas, la lámina compacta de origen periodóntico se llama lámina dura y está constituida por un tejido óseo laminar, llamado también

hueso fasciculado (*Bundle bone*, en inglés), cuyas laminas se hallan paralelas de la superficie alveolar.²⁶⁻²⁸

En relación a la calidad ósea del hueso alveolar, Lekholm y Zarb propusieron una clasificación que evalúa el hueso trabecular y medular, el cual varía según sea el maxilar o la mandíbula y si es anterior o posterior.²⁹ Esta clasificación no fue determinada mediante ningún análisis histomorfométrico sino en base a la ubicación de regiones del maxilar y la mandíbula, otorgándole mayor calidad ósea por ejemplo a la zona de la sínfisis y la peor calidad ósea a la zona de la tuberosidad. Además, añadió cualidades óseas diferentes a la región anterior del maxilar y la zona de las premolares superiores e inferiores. Si bien es cierto, anatómicamente, existe concordancia en la clasificación no está validada por algún parámetro adicional. Es por ello que Misch³⁰ propuso otra clasificación de la calidad ósea del hueso alveolar en base a las Unidades Hounsfield (HU, por sus siglas en inglés) de la tomografías multicorte. Esta valoración clínica debe tener su sustento en la histomorfometría del hueso cortical evaluado en cortes histológicos. Valorando la supervivencia de los implantes dentales, en un estudio de elementos finitos se observó que la supervivencia a largo plazo era posible en hueso tipo I y II, en menor proporción hueso tipo III y mucho menos predecible en hueso tipo IV³¹.

Otra manera de evaluar la calidad ósea del hueso alveolar es través de las Unidades Hounsfield de las Tomografías Computarizadas *Cone Beam* (CBCT por sus siglas en inglés).³² La CBCT permite la planificación de los implantes dentales, con una distorsión mínima y también una menor dosis de radiación en comparación con la tomografía convencional.³³ Se ha demostrado que existe una relación lineal entre la gama de grises y los coeficientes de atenuación de cada uno de los materiales con alguna energía "efectiva". Se obtuvieron coeficientes de atenuación para cada uno de los materiales utilizados, a partir de la ecuación de regresión lineal de los materiales de referencia, y luego los números de CT en HU se obtuvieron utilizando la ecuación estándar. Concluyeron que las HU puede derivarse de los niveles de gris en los escáneres CBCT dentales utilizando coeficientes de atenuación lineal como un paso intermedio.

Finalmente, el patrón de oro para evaluar la calidad ósea es la histomorfometría ósea la cual nos muestra el espesor del hueso cortical, el número de osteonas o la presencia o ausencia de osteocitos (expresada en la presencia de osteoplastos).²⁶ En la actualidad, en nuestro medio, no existían estudios sobre la calidad del hueso donde se relacionen

clínicamente la histomorfometría ósea en cortes histológicos del hueso cortical alveolar y los valores HU de tomografías computarizadas *Cone Beam*.

El presente estudio tiene importancia teórica ya que pretende obtener un patrón de referencia ósea clínico aplicable a nuestra población y conocer las estructuras macroscópicas del hueso cortical y mandibular en términos cualitativos y relacionar las estructuras macroscópicas del hueso cortical maxilar y mandibular de una población peruana con los patrones internacionales. Con el presente trabajo se busca comparar si los datos hallados en otras poblaciones son extrapolables o los resultados obtenidos en esta investigación son característicos de nuestra población.

Además, tiene importancia clínica ya que el conocimiento del grosor de la cortical influye en la estabilidad primaria del implante dental, la cual a su vez influye en la estabilidad a largo plazo de dicho implante durante la función masticatoria. Sabiendo los valores de la histomorfometría ósea podremos comparar en nuestro estudio si existe alguna relación verificable entre estos valores y los obtenidos con los valores Hounsfield de la tomografía computarizada *Cone Beam*.

Este trabajo muestra la probable relación entre la calidad ósea del hueso alveolar de la histomorfometría del tejido óseo alveolar, y la valoración de unidades Hounsfield (HU) de las tomografías computarizadas *Cone Beam* según las diferentes regiones del maxilar y la mandíbula.

2. CAPITULO REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGACIÓN

La calidad ósea considerada por algunos autores como densidad ósea³⁰ se refiere a la calidad del espesor del hueso cortical en términos de resistencia a la estabilidad mecánica en relación al implante dental.^{29,30,34}

Mulder³⁵ halló en un estudio en cerdos que las regiones anterior e inferior de la mandibular se caracterizaron por tener una estructura ósea más densa y una mayor mineralización en comparación con las regiones posterior y regiones superiores, respectivamente. En el cuerpo de la mandíbula, el crecimiento fue principalmente indicado por diferencias entre las placas bucales y linguales, así como entre las regiones anterior, media y posterior eran caracterizadas por una estructura más compacta y mayor mineralización en las regiones lingual y media.³⁵

Lekholm y Zarb propusieron una clasificación del hueso cortical y medular que podría relacionarse con las diferentes zonas del maxilar y la mandíbula²⁹. Tipo 1: Se compone casi exclusivamente de hueso compacto homogéneo. Éste era el tipo ideal de hueso con presencia de algunas trabéculas espaciadas con pequeños espacios medulares. Tipo 2: El hueso compacto ancho rodea el esponjoso denso. Esta parte esponjosa presenta espacios medulares ligeramente mayores con menor uniformidad en el patrón óseo. Según los autores este hueso era suficiente para los implantes. Tipo 3: La cortical delgada rodea el hueso esponjoso denso. Existen grandes espacios medulares entre las trabéculas óseas. Este hueso según los autores provocaba la desadaptación del implante. Tipo 4: La cortical delgada rodea el abundante hueso esponjoso poco denso, este hueso no sería adecuado para la colocación de implantes dentales.²⁹



Fig. 1 Clasificación Calidad ósea I II III y IV de izquierda a derecha de Lekholm y Zarb Fuente: Lekholm y Zarb en Implantología Contemporánea de Misch³⁶

Misch definió el concepto de “densidad ósea” en cuatro tipos en todas las regiones del maxilar y la mandíbula que varían tanto en los tipos de hueso cortical y el hueso

trabecular a nivel macroscópico. Los tipos se clasifican de la siguiente manera: D1 >1250 HU, D2 850 a 1250 HU, D3 350 a 850 HU, D4 150 a 350 HU y D5 < 150 HU.³⁰

Las regiones del maxilar y la mandíbula se dividen en: maxilar anterior (se extiende de segundo premolar a segundo premolar), el maxilar posterior (solo las piezas molares), la mandíbula anterior (que comprende de primer premolar a primer premolar) y mandíbula posterior (que incluye segundo premolar y molares). Las regiones del maxilar y la mandíbula suelen tener densidades óseas parecidas.^{16,37}

Mandíbula anterior se asocia a hueso tipo D2; La mandíbula posterior se asocia a un hueso tipo D3; El maxilar anterior se asocia también a un hueso tipo D3 y; finalmente el maxilar posterior se asocia a un hueso tipo D4.³⁰

La densidad ósea inicial (aquí llamada calidad ósea del hueso alveolar) es necesaria para la estabilidad primaria de un implante dental y pueda realizarse la oseointegración definida por Branemark como conexión estructural y funcional directa entre hueso vivo y la superficie de un implante que soporta una carga.³⁸⁻⁴⁰

2.2. BASES TEÓRICAS

Con respecto a la calidad ósea se han realizado diversos estudios comparando de forma cuantitativa o cualitativa²⁹ usando diversos indicadores, usando el índice de Leckholm y Zarb^{29,41-43}, tomografías con beam^{33,44-49}, histomorfometría,^{28,48-51} radiografías panorámicas⁵², microC densidad mineral ósea⁵³ valores torque de inserción(TVI, por sus siglas en inglés)^{28,54} muestras tomadas en cadáveres^{43,51,55} valores de PERIOTEST[®]⁵⁶ y Coeficiente de Estabilidad del implante (ISQ)^{38,42,57-59}

2.2.1. CALIDAD ÓSEA SEGÚN CLASIFICACIÓN DE LECKHOLM Y ZARB

Lekholm y Zarb propusieron una clasificación del hueso cortical y medular que podría relacionarse con las diferentes zonas del maxilar y la mandíbula.²⁹

Ribeiro Rotta et al²⁶ tomaron radiografías periapicales y panorámicas de 32 pacientes edéntulos parciales. Tres cirujanos clasificaron la calidad ósea en los sitios de implantes utilizando dos métodos diferentes: evaluaciones en radiografías periapicales y panorámicas (RP) y de acuerdo con la clasificación propuesta por Lekholm y Zarb (L&Z por sus siglas en inglés). Durante la inserción del implante, se tomaron biopsias óseas y se midieron parámetros tridimensionales mediante tomografía microcomputarizada (Micro-CT -por sus siglas en inglés). En este

trabajo, hallaron que los tipos de hueso 2 y 3 fueron las clasificaciones más prevalentes según las RP (54.3%) e Índice de Lekholm y Zarb (58.7%). Los valores medios y de desviación estándar de las variables de estabilidad primaria fueron 38.7 (16.7) para ITV, 75.3 (7.7) para ISQ inicial y 79.3 (6.8) para ISQ en la segunda fase quirúrgica. El Índice de Lekholm y Zarb se correlacionó con la arquitectura ($r = 0,31$, $P < 0,05$), densidad ($r = 0,43$, $P < 0,01$) y volumen ($r = 0,35$; $P < 0,05$), mientras que ITV se correlacionó con la arquitectura ($r = 0,40$; $P < 0,01$) y densidad ($r = 0,51$; $P < 0,01$). El análisis de regresión lineal múltiple reveló que la densidad y el volumen eran las razones para el 32% de variabilidad de la clasificación ósea de L&Z, mientras que la densidad y la arquitectura eran las razones para el 42% de variabilidad de la ITV. Este estudio nos mostró un primer paso para validar la clasificación de Lekholm y Zarb. La Micro-CT proporciona datos cuantitativos objetivos y detallados sobre la micro arquitectura ósea. La estabilidad intraósea del implante está determinada principalmente por la densidad del hueso. La ITV pueden ser un buen indicador de estabilidad primaria del implante, mientras que las medidas de ISQ tienen algunas limitaciones y no deberían usarse solas.

2.2.2. CALIDAD ÓSEA SEGÚN TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA CONE BEAM

La calidad ósea mediante la tomografía computarizada *Cone Beam* o de haz cónico, *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT, por sus siglas en inglés) ha sido evaluada en mutiples estudios solo^{32,33,37,60} o comparado con otros parametros como Micro CT,^{61,62} tomografía computarizada multicorte,^{33,44,63,64} histomorfometria,^{28,49} Periotest,⁵⁶ valores de frecuencia de resonancia.²⁸ viendo la influencia de la posición de los dientes en la tabla ósea cortical vestibular⁶⁵ Es una técnica especializada que registra de manera clara objetos localizados dentro de un determinado plano y permite la observación de una región con poca o ninguna superposición de estructuras.^{33,45,66}

2.2.3. CALIDAD ÓSEA SEGÚN RADIOGRAFIAS PANORÁMICAS

El uso de las radiografías panorámicas en la evaluación de la calidad ósea del hueso alveolar es limitado pero se usa asociado a otros exámenes como medio complementario usando por ejemplo el índice mandibular panorámico combinado con la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA -por sus siglas en inglés)⁵² o radiografías panorámicas con las dimensiones fractales⁶⁷ o las tomografías computarizadas *cone beam*⁶⁸ y densitometría ósea⁶⁹. Las radiografías panorámicas

son imágenes bidimensionales que permiten obtener imágenes de todo el maxilar y la mandíbula.^{70,71}

2.2.4. CALIDAD ÓSEA SEGÚN TOMOGRAFÍA MICROCOMPUTARIZADA

La tomografía microcomputarizada (Micro-CT -por sus siglas en inglés) es utilizada ampliamente para ver calidad ósea^{28,62,64,72-74} comparado con histomorfometría en cresta iliaca en cadáveres⁷⁴, con histomorfometría por Micro CT y tomografía computarizada^{28,51} con la fracción de volumen óseo en tomografías multicorte^{64,72}, e incluso para ver pérdida ósea alveolar en sobreoclusión⁷³

2.2.5. CALIDAD ÓSEA SEGÚN DENSIDAD MINERAL ÓSEA

La densidad mineral ósea ha sido utilizada para ver la calidad ósea del maxilar comparada en diferentes zonas del cuerpo como la espina dorsal y cadera⁵³ en pacientes mujeres osteoporóticas deficiencia de estrógenos⁷⁵ y en pacientes masculinos y femeninos con osteoporosis⁶⁹

2.2.6. CALIDAD ÓSEA SEGÚN PERIOTEST

La calidad ósea ha sido revisada mediante la medición electromecánica de percusión a través del equipo PERIOTEST® mide la estabilidad primaria y secundaria del implante y la movilidad de implantes⁵⁷ e incluso de dientes⁷⁶ y también se ha asociado a estudios sobre calidad ósea solo o combinado con otros exámenes auxiliares^{16,57,77}

2.2.7. CALIDAD ÓSEA SEGÚN COCIENTE DE ESTABILIDAD DEL IMPLANTE

Se ha usado el cociente de estabilidad del implante (ISQ por sus siglas en inglés) para evaluar la calidad ósea midiendo la estabilidad primaria y secundaria y también la movilidad de los implantes por medio de un análisis de frecuencia de resonancia³⁸ y también ha sido asociado a estudios de calidad ósea solo^{38,59} o combinado con Periotest,^{57,77} o valorando el uso de osteótomos en la colocación.⁴⁰

2.2.8. CALIDAD ÓSEA SEGÚN VALOR DE TORQUE DE INSERCIÓN

El valor del torque de inserción (TVI por sus siglas en inglés) ha sido usado para evaluar la calidad ósea midiendo la fuerza de resistencia del hueso al ingreso del implante en Newtons sobre centímetro cuadrado^{57,58} y usando un torquímetro para brindar valores sobre la estabilidad primaria y también ha sido usado para evaluar calidad ósea²⁸ y ver diferencias entre implantes con carga inmediata o diferida.^{38,78}

2.2.9. CALIDAD ÓSEA SEGÚN HISTOMORFOMETRIA ÓSEA

La histomorfometría ha sido usada para evaluar la calidad ósea asociada a múltiples exámenes auxiliares como Tomografía Computarizada *Cone Beam*^{28,50,79} micro CT^{28,61,74} y también a estudios histológicos^{10,50,80-82} viendo microvascularización,⁸³ espesor cortical^{50,55,84}, área de hueso cortical^{55,85}, área hueso trabecular,^{55,72,74,86,87} porosidad^{55,88}, criopelícula de hueso no descalcificado⁸⁹ También se ha analizado la histomorfometría mediante análisis de elementos finitos en relación al espesor de la tabla⁹⁰, o la distribución de stress en alveolos post exodoncia e implantes dentales⁹¹ o en el hueso maxilar posterior con implantes cortos⁹².

MARCO CONCEPTUAL (Definición de términos)

Tomografía Computarizada Cone Beam

La tomografía computarizada *Cone Beam* o de haz cónico, *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT, por sus siglas en inglés)- o tomografía computarizada digital volumétrica, permite la evaluación y la obtención de imágenes del cuerpo en partes o cortes. Es una técnica especializada que registra de manera clara objetos localizados dentro de un determinado plano y permite la observación de una región con poca o ninguna superposición de estructuras.⁹³ La tomografía computarizada de haz cónico o “*cone beam*” es un equipo especial de rayos X que se emplea para crear imágenes cuando la radiología convencional dental no es suficiente.³⁶

La radiación emitida por los equipos de radiología dental es mínima. El empleo de la tecnología CBCT permite que la persona que se va a realizar un TAC dental 3D reciba la dosis mínima de radiación, alrededor de 30 veces menor que un TAC helicoidal.⁴

Unidades Hounsfield

Unidad de volumen de la imagen. Es la unidad de volumen que representa el píxel en el monitor de la Tomografía Computarizada de Haz cónico. (píxel por sección de corte) que es representada en la imagen plana por el píxel. Dentro de cada Hounsfield se considera constante el coeficiente de atenuación del objeto. Un corte (scan) tiene un grosor definido y se compone de una matriz de unidades cúbicas o cuboideas (Hounsfield) de idéntico tamaño.⁷⁷ Las unidades Hounsfield en las curvas de calibración para tomografía computarizada (CT) y tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) utilizando el espectro de Siemens muestran una correlación lineal en ambas modalidades entre las unidades Hounsfield (HU) y la morfología ósea.⁶¹

Hueso alveolar

El hueso alveolar es una variedad de tejido conectivo. El hueso alveolar también llamado apófisis alveolar (desde el punto de vista anatómico) está compuesta por hueso que se forma tanto por células del folículo o saco dentario (bundle bone o hueso alveolar propiamente dicho) como por células que son independientes del desarrollo dentario.⁸ Es junto al cemento radicular y el ligamento periodontal, el aparato de inserción del diente, además con la encía son parte del periodonto y su función principal es distribuir y absorber las fuerzas generadas por la masticación y contactos dentarios.^{4,8} Las paredes de los alveolos están revestidas por hueso cortical y el área entre los alveolos y las paredes de hueso compacto del maxilar está ocupada por hueso esponjoso.²⁵

Hueso cortical

También llamado hueso compacto o lamelar, el hueso cortical representa la capa externa del hueso que le confiere a la vez su rigidez y su elasticidad. Este recubrimiento óseo presenta la particularidad de que está formado por los sistemas de Havers.²⁵

Estos sistemas específicos están formados por dos entidades distintas: los canales de Havers, implantados en el centro de los osteones, y las láminas óseas donde están contenidos las células de tejido óseo denominados osteocitos. Los canales de Havers se comunican entre ellos gracias a numerosas ramificaciones oblicuas y transversales constituidos por los canales de Volkmann.^{6,7}

Hueso alveolar fasciculado (*bundle bone*)

El hueso compacto de origen periodóntico aparece en las radiografías como una fina lámina más radiopaca que el resto del hueso alveolar. Por esto se le llama lámina dura. Constituido por láminas que son atravesadas por las fibras de Sharpey. También se llama lámina cribosa porque es atravesada por las foraminas por donde pasan vasos y nervios hacia el ligamento periodontal^{4,8,30} Junto con el cemento radicular y el ligamento periodontal, el hueso alveolar constituye el aparato de inserción del diente, y a su vez junto a la encía son parte del periodonto cuya función principal consiste en distribuir y absorber las fuerzas generadas por la masticación y entre contactos dentarios.²⁵

Hueso Alveolar esponjoso

El hueso alveolar de origen medular o esponjoso, se encuentra en tabiques alveolares y está compuesto por trabéculas, espículas y espacios medular.^{4,8,22,25} El hueso esponjoso está formado por trabéculas óseas que le otorgan una fuerte resistencia al hueso frente a un probable traumatismo. Cuando las trabéculas óseas disminuyen, el hueso es más débil y así más susceptible de sufrir fracturas. Es el caso, sobre todo, de la osteoporosis que afecta a las mujeres menopáusicas.

Osteona o Sistema de Havers es la unidad anatómica funcional principal del hueso cortical, no se encuentra al interior del hueso esponjoso. Estos sistemas específicos están formados por dos entidades distintas: los canales de Havers, implantados en el centro de los osteones, y las láminas óseas donde están contenidos las células de tejido óseo denominados osteocitos. Los canales de Havers se comunican entre ellos

gracias a numerosas ramificaciones oblicuas y transversales constituidos por los canales de Volkmann.^{23,94}

Osteocito Es una célula madura y se forma cuando el osteoblastos queda atrapados en la matriz del hueso. Los osteocitos son células de citoplasma eosinófilo y su núcleo es más condensado que los osteoblastos, debido a que poseen una menor actividad biosintética. Sin embargo, aun así sintetizan condroitín-sulfato, queratán-sulfato y ácido hialurónico; los osteocitos tienen un papel fundamental en la homeostasis fosfocálcica. Los osteocitos son células de citoplasma eosinófilo y su núcleo es más condensado que los osteoblastos, debido a que poseen una menor actividad biosintética. Sin embargo, aun así sintetizan condroitín-sulfato, queratán-sulfato y ácido hialurónico; los osteocitos tienen un papel fundamental en la homeostasis fosfocálcica.^{24,94,95}

Osteoplasto u osteocela Es nombre de la cavidad ovalada en el hueso cortical, ocupada completamente por el osteocito.^{24,25}

3. CAPÍTULO PROPUESTA

3.1. Objetivo General:

Determinar la relación de la calidad ósea del hueso cortical según las regiones molar superior e inferior y premolar inferior mediante la histomorfometría y los valores Hounsfield de la tomografía computarizada *Cone Beam* en el reborde edéntulo de pacientes para implantes de la Clínica de Postgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en el periodo 2018-2019.

3.2. Objetivos Específicos

- 3.2.1. Evaluar la histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos de pacientes para implantes según sexo y regiones molar superior e inferior y premolar inferior.
- 3.2.2. Evaluar las unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos de pacientes para implantes según sexo y regiones molar superior e inferior y premolar inferior.
- 3.2.3. Relacionar las regiones del maxilar y la mandíbula con la histomorfometría del hueso cortical, las unidades Hounsfield y el sexo comparado a la región molar superior.

4. CAPÍTULO MATERIAL Y MÉTODO

4.1. Consideraciones éticas

Se tomaron las consideraciones éticas necesarias en los sujetos del presente estudio mediante la sumisión del proyecto al comité de ética del Instituto de Medicina Tropical UNMSM tomándose en cuenta todos los aspectos establecidos al respecto y los pacientes firmaron un consentimiento informado adecuado para este fin⁹⁶ con código CIEI 2019-05 del Comité Institucional de Ética en Investigación IMT “DAC” UNMSM (ANEXO 02A y 02B)

4.2. Diseño del estudio

Este es un estudio observacional descriptivo y transversal. Fueron incluidos todos los pacientes programados para cirugía de implantes dentales de la clínica de postgrado de periodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en el año 2018 y 2019 que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión. Los instrumentos utilizados han sido ampliamente validados.

4.3. Casuística

La muestra del presente proyecto estuvo conformada por todos los pacientes programados para cirugía de implantes dentales de la clínica de postgrado de periodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en el año 2018 y 2019 que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión. La selección de muestra fue no probabilística por conveniencia según cumplan los criterios de inclusión y exclusión. Los criterios de inclusión fueron: Pacientes que serán operados mediante el tratamiento de por lo menos un implante dental en la Clínica de Postgrado de Periodoncia de la Facultad de Odontología UNMSM, Pacientes que aceptaron enrolarse de forma voluntario mediante la firma del consentimiento informado, Pacientes entre 18 y 70 años. Los criterios de exclusión fueron: Pacientes con diagnóstico de enfermedad periodontal crónica no tratada, Pacientes con diagnóstico de enfermedad sistémica, Pacientes con tratamiento de ortodoncia previa, Pacientes en gestación o menopausia, Pacientes que presenten reborde menor a 3 mm en ancho evidenciado en los cortes transaxiales de la CBCT, Pacientes que presenten reborde menor a 10 mm en altura evidenciado en los cortes transaxiales de la CBCT, Pacientes con tratamiento de implante previo o regeneración ósea previa.

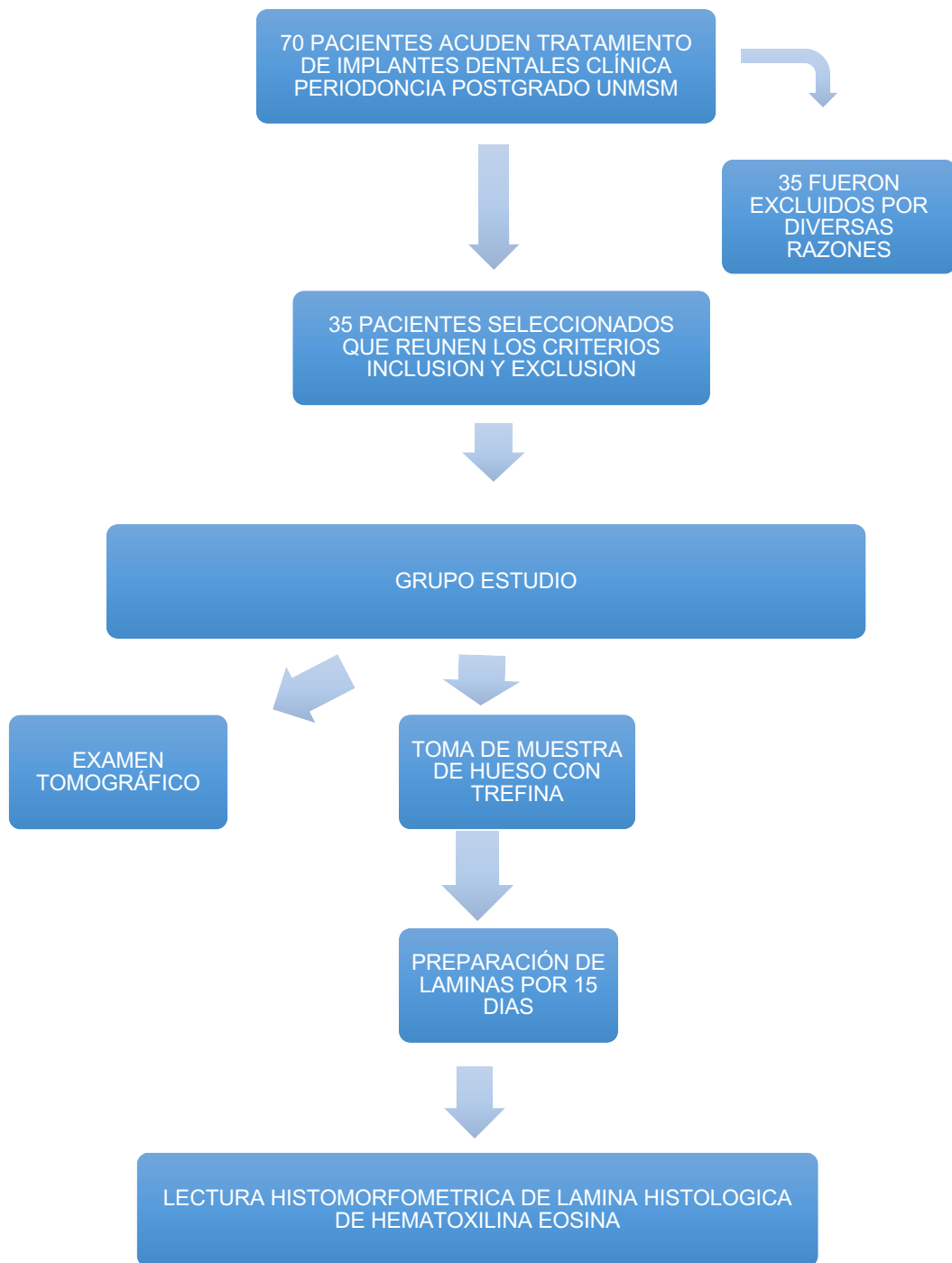


Fig 2 Modelo representativo del diseño de la investigación

4.4. Método

4.4.1. Evaluación tomográfica

Se realizó la medición previa del reborde alveolar en un corte transaxial en la CBCT de las regiones molar superior e inferior y premolar inferior. En ese corte se tomó un área con una simulación de un Implante 4 x 10 mm desde el banco de imágenes del programa REALSCAN 2.0 versión 1.0.4.7® , midiendo desde el borde superior del reborde alveolar mediante la prolongación de la proyección de la marca radiopaca correspondiente a la guía quirúrgica tomográfica. Las CBCT serán obtenidas del tomógrafo Point Nix 3D Combi 500s POINTNIX® Seúl Corea.

En el área seleccionada se realizó la medición de unidades Hounsfield siguiendo el método del fabricante, de acuerdo al siguiente protocolo desarrollado

Paso 1

Se seleccionó la arcada correspondiente en el plano sagital. En la figura 3 se observa que se ha seleccionado la mandíbula.

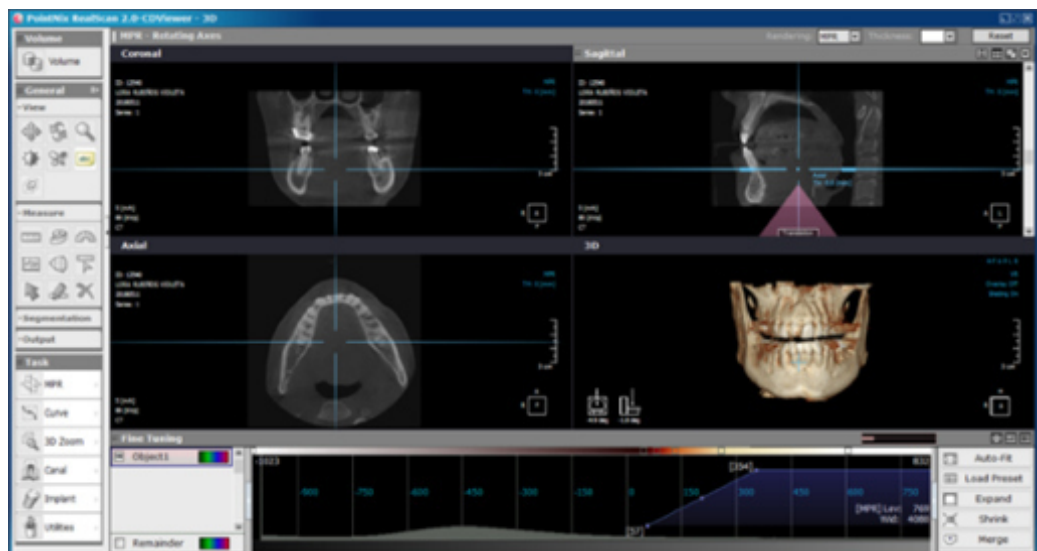


FIG 3 Selección del área de corte

PASO 2

Se seleccionó la opción corte seccional (Figura 4) la cual se aplicó con el uso del botón del *mouse* del lado izquierdo siguiendo el eje medio del corte axial en la pantalla axial hasta formar la línea de corte mostrada en la Figura 4, al terminar se hace doble *clic* y se formarán los cortes (en color celeste) que se verán en la pantalla de corte seccional (denominado en adelante corte transaxial) que se verá en la figura 5.



FIG 4 Selección cortes transaxiales

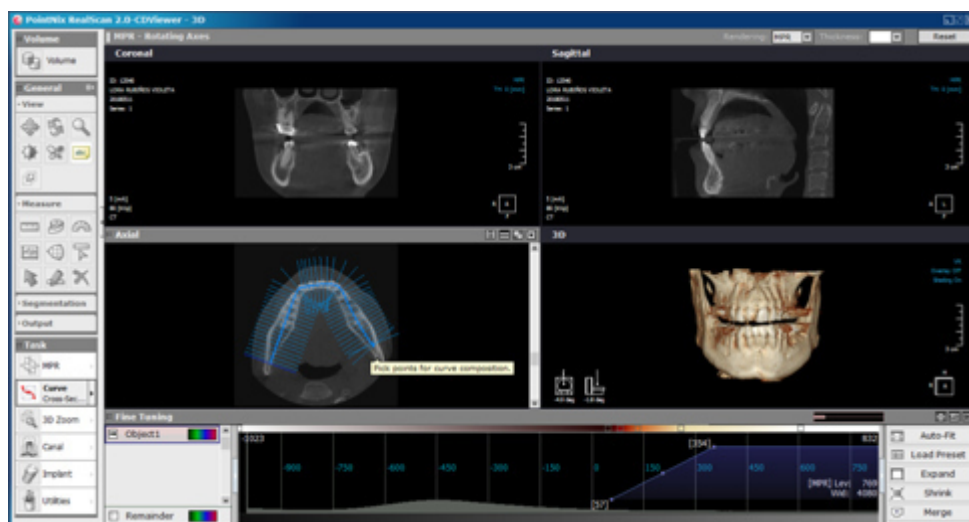


FIG 5 ubicación de cortes transaxiales

PASO 3

Se ubicó el eje de corte (color naranja) en la marca radiopaca correspondiente a la guía quirúrgica como se aprecia en la figura 6. Se puede observar que ya no hay pantalla de corte coronal y ésta ha sido remplazada por el corte transaxial, la pantalla de corte axial por una pantalla panorámica y la pantalla sagital remplazada por la pantalla axial mostrando las líneas de corte en color celeste.

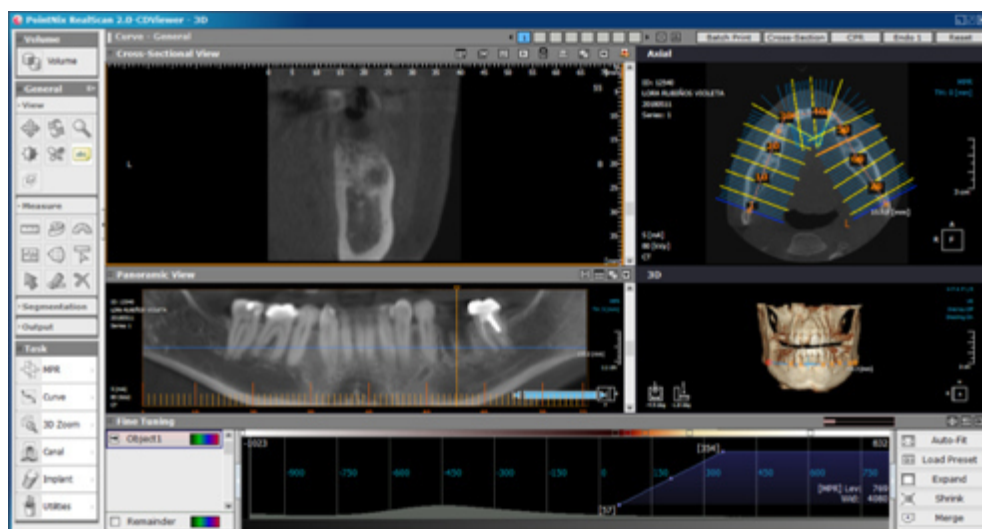


FIG 6 ubicación del eje correspondiente a la marca radiopaca

PASO 4

Se colocó la pantalla corte transaxial en primer plano (Fig. 7) y luego se seleccionó la opción insertar implante (*insert implant*, en inglés en la versión del programa) como se observa en la Fig. 7. Se seleccionó por conveniencia del estudio un implante Lifecore® RESTORE *self tapping* titanium de 4 x 10 mm por ser el más cilíndrico de la galería de imágenes. Esta imagen se superpuso sobre el corte transaxial como un perímetro de color amarillo (Fig. 7 y 8)

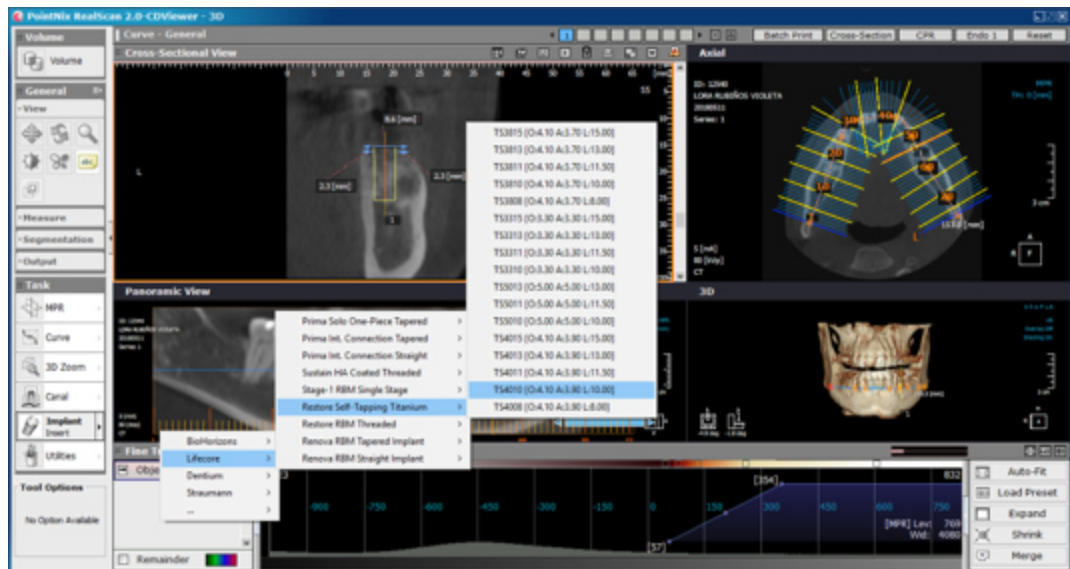


FIG 7 Selección del implante de la galería de imágenes

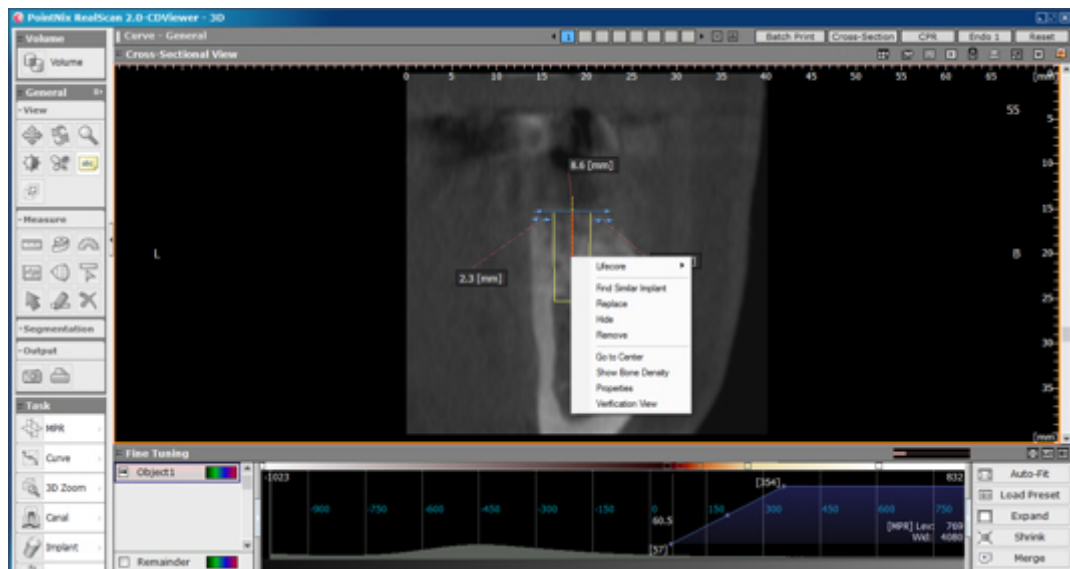


FIG 8 Ubicación del implante de la galería de imágenes

Para ubicar el implante en sentido tridimensional el implante, con el cursor se movió en sentido vestibulo palatino hasta un punto equidistante en función a la guía quirúrgica y/o a dos mediciones con la opción regla (*ruler* en inglés en la versión del programa) que parta cada una de la parte más vestibular y palatina hasta encontrar la parte correspondiente del perímetro amarillo. (Fig.9)

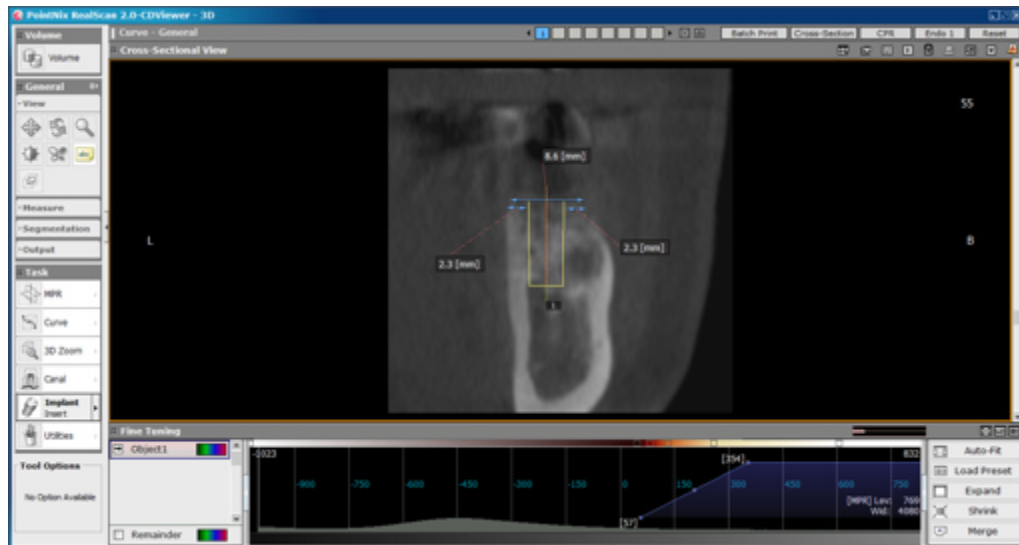


FIG 9 Ubicación del implante de la galería

PASO 5

Se ubicó el cursor en la zona longitudinal del implante (línea punteada de color amarillo) hasta que quede resaltada con un color amarillo naranja y con *clic* derecho en el ratón se eligió la opción densidad ósea (*show bone density*, en inglés según la versión del programa) (Fig. 10)

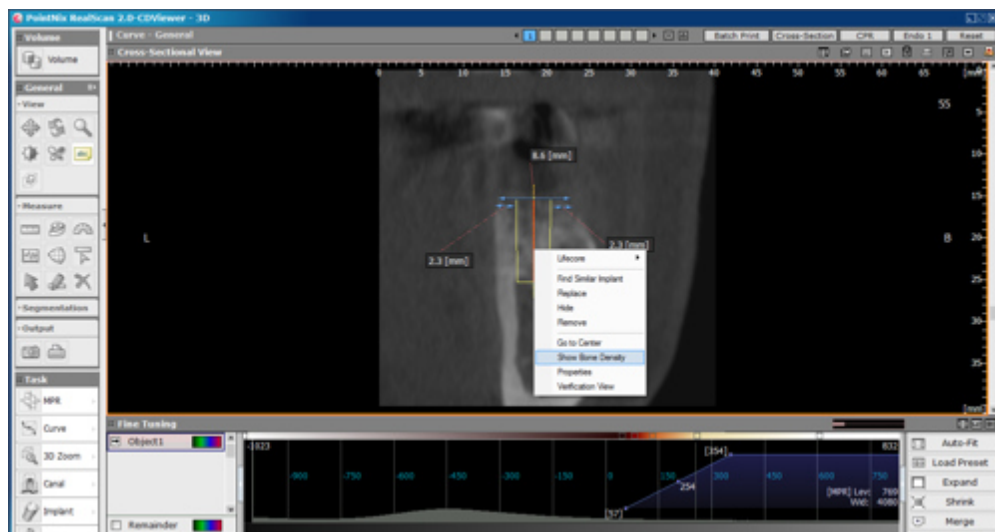


FIG 10 selección de la opción densidad ósea

y aparece una pantalla de densidad ósea (*Bone density*, en inglés en la versión del programa) con los valores HU (Fig. 11) en esa pantalla de densidad se seleccionó: 1) la opción 2 mm. en espesor (*thickness*, en inglés en la versión del programa) debido a que eso representa la trefina de 2 mm 2) la opción cuerpo del implante (*body implant*, en inglés en la versión del programa) y 3) la opción de Oclusal a Apical en la vista del implante (*Occlusal to Apical*, en inglés en la versión del programa).

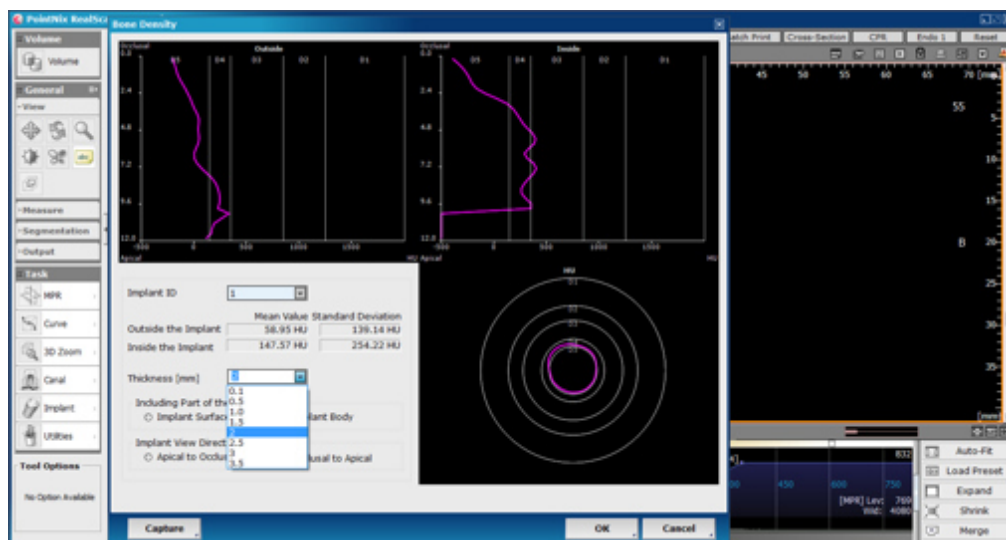


FIG 11 Selección de la opción unidades HU

PASO 6

Se anotó en la ficha de recolección de datos el valor promedio HU de la parte interna del implante con espesor de 2 mm que será correspondiente a la trefina quirúrgica (2 mm de diámetro que entrará en el hueso cortical (Fig. 12). Este valor luego se contrastó con los valores obtenidos en la histomorfometría.

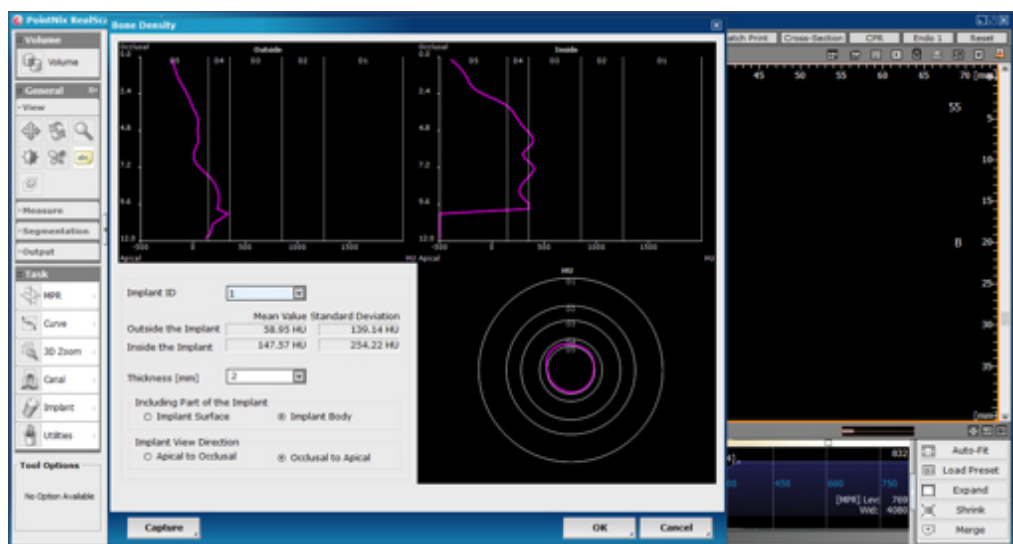


FIG 12 anotación de unidades HU

4.4.2. Análisis histomorfométrico

4.4.2.1. Toma Clínica de la muestra

En los pacientes seleccionados, se procedió a realizar a la cirugía de implantes dentales y mediante un colgajo a espesor completo se expuso el reborde alveolar para la colocación de implantes dentales y como acción inicial, se colocó la guía quirúrgica. Se tomaron muestras de 2mm de diámetro y 10 mm de largo mediante la perforación a través de la guía quirúrgica con una trefina⁹⁷ (Fig 13) de forma perpendicular al reborde según la orientación de la guía quirúrgica hasta perforar por completo la cortical ósea (Marca Meisinger® de 2mm x 10mm) estandarizada a 800 RPM con un motor ASEPTICO® 7000s y un contrángulo 20:1 DRILLER®. La muestra obtenida se colocó inmediatamente en un envase estéril conteniendo formol al 10% para ser etiquetada y enviada al laboratorio de histología de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, una vez concluida la cirugía. Se seleccionaron muestras de la región molar superior, región molar inferior y región premolar inferior.



Fig. 13 Representación esquemática de la trefina de 2 x 10 mm Marca Meisinger®

4.4.2.2. Procedimiento de Histología

Se decalcificaron las muestras con ácido nítrico al 5% durante 10 a 15 días para eliminar el material inorgánico y las muestras pudieran ser cortadas en el micrótomos para luego ser teñidos. Las muestras se preservaron en procesador de tejidos por un tiempo de 12 horas, el cual contenía 12 vasos con los siguientes líquidos; 1 vaso con formol al 10% buferado con carbonato de sodio, 7 vasos alcoholes absolutos, 2 vasos con xiloles y 2 vasos con parafina, una hora en cada vaso hasta completar el ciclo. Finalizado este proceso se fabricó un bloque de parafina de bajo punto de fusión con el tejido embebido y se realizaron cortes de 2-4 micras en el micrótomos en sentido axial de la parte más coronal a la más

apical. Los cortes se colocaron en baño maría y se depositarán en una lámina porta objetos y fueron introducidos en una estufa a 45° centígrados por 20 minutos para la remoción de la parafina. Se realizará la tinción rutinaria con hematoxilina y eosina, introduciendo los especímenes secuencialmente en tres vasos que contenían xiloles durante 5 minutos con el fin de eliminar la parafina que todavía quedaría en el tejido. Fueron sumergidas y pasadas por tres vasos que contenían alcoholes absolutos y por un tiempo de 5 minutos en cada recipiente. Fueron teñidos con Hematoxilina por 1 minuto, se lavaron con agua, e introducidos en agua amoniaca (para eliminar residuos de parafina y otros contaminantes como suciedad) y se sacaron inmediatamente para lavar con agua corriente. Se tiñeron en Eosina por 20 segundos, se lavaron con agua y por último se realizó el montaje de la lámina con resina sintética.⁹⁸

4.4.2.3. *Análisis histomorfométrico*

La evaluación histomorfométrica de la muestra, se realizó por medio del microscopio óptico de luz, *Nikon (Tokio, Japón)*. Se capturaron imágenes con una magnificación de 4x a 40x mediante una cámara digital asociada al microscopio. La cuantificación de las muestras se realizó con un programa de dominio público (*NIH Image J*, US National Institutes of Health).

El espesor de hueso cortical se hizo mediante una medición por campo evaluando las características de hueso cortical con las tinciones utilizadas y la presencia de osteocitos. Los parámetros evaluados con una magnificación de 20 o 50x serán: (1) medición espesor hueso cortical en micras, (2) número de osteocitos u osteoplastos en un campo de 100 x 100 micras (3) número de sistemas de Havers en un campo de 100 x 100 micras.

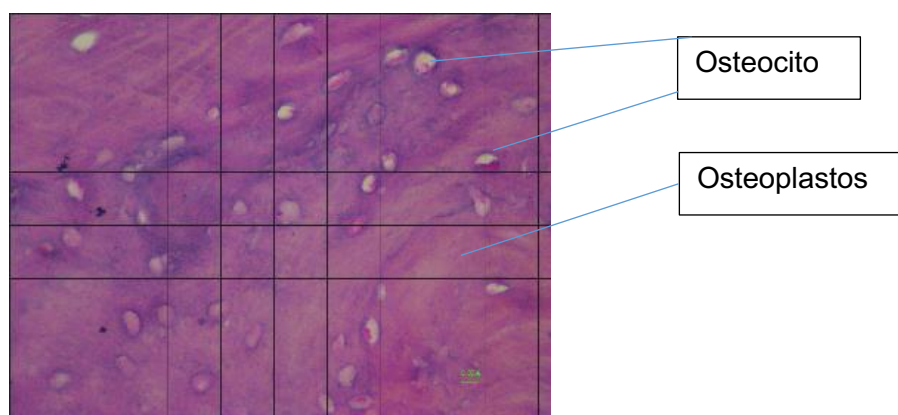


Fig 14 Microfotografía óptica de hueso cortical mandíbula 50X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, osteocito(oi) y osteoplastos (op).

4.5. Análisis e Interpretación de Datos

Para evaluar la concordancia de la muestra se usó el coeficiente de correlación intraclass para las Unidades Hounsfield en las tomografías computarizadas *Cone Beam* puesto que serán medidas por el mismo investigador que planifica las cirugías mediante el análisis de las tomografías. Asimismo, se usó el coeficiente de correlación intraclass interobservador para la histomorfometría puesto que serán medidas por el mismo investigador y una calibración con un experto del Laboratorio de Microscopia Electronica del Instituto de Patologia UNMSM ubicado Hospital Arzobispo Loayza. (ver anexo 03).

Para eliminar el error aleatorio, se tomó en cuenta el número de muestra por ello, Siendo el universo aproximado de 70 pacientes que acuden a la clínica de postgrado de Periodoncia de la Facultad de Odontología UNMSM por el número limitado del universo se tomó a todos los pacientes que cumplían los criterios de inclusión.

Con respecto al error sistemático se ha realizado la siguiente estrategia para el sesgo de selección se ha escogido que la muestra será no probabilística por conveniencia según cumplan los criterios de inclusión y exclusión y así tener a los mejores individuos para la investigación.

Para el sesgo de información, las pruebas del presente trabajo son sensibles y específicas. La Tomografía Computarizada *Cone Beam* y el análisis histomorfométrico de cortes histológicos son exámenes adecuados para evaluar la calidad ósea

Se usó el paquete estadístico R Studio para el análisis de los datos. Para la evaluación descriptiva de las variables (unidades Hounsfield, número de osteocitos, número de osteones, espesor cortical) se usaron medidas de resumen descriptivas para variable numérica tales como media, mediana, desviación estándar, varianza, asimetría y kurtosis. Para el análisis de la normalidad de los datos se usó la prueba de Shapiro Wilk.

Para la evaluación de la correlación entre las unidades Hounsfield y el número de osteocitos, número de osteones, espesor cortical se usó la Prueba de Correlación de Pearson cuando los datos tengan normalidad (basados previamente en la prueba de Shapiro Wilk). El nivel de significancia fue del 5%

para establecer la significancia estadística. En los datos que presentaron normalidad se usó la prueba de ANOVA para realizar pruebas de comparación de medias entre las regiones dentales según cada característica de calidad ósea por otro lado, cuando los datos no presentaron normalidad se usó la prueba de Kruskal Wallis para realizar pruebas de comparación de medianas entre las regiones dentales según cada característica de calidad ósea.

Una vez que se determinó que existían diferencias estadísticamente significativas entre las regiones dentales se procedió a hacer una comparación entre pares de regiones para determinar entre que pares de regiones existía diferencias.

Se realizó una regresión logística multinomial para determinar si existe relación entre la calidad ósea del espesor óseo cortical y las regiones dentales.

5. CAPITULO RESULTADOS

Se realizó una medición aleatoria de un tercio de las tomografías con un lapso de 7 días para ver el valor de las unidades Hounsfield y el coeficiente de correlación intraclase después del análisis estadístico es 0.9984 es decir si existe concordancia.

En el estudio observacional descriptivo y transversal fueron incluidos 35 pacientes de los pacientes programados para cirugía de implantes dentales de la clínica de postgrado de periodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

En la tabla 1 figuras 1-3 podemos observar la distribución histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos según sexo siendo según número de osteonas por campo era 18 en el hombre y 16 en la mujer, la calidad ósea según número de osteocitos era 182 en el hombre y 187 en la mujer y la calidad ósea según el espesor del hueso cortical era 3.56 mm en el hombre y 3.46 mm en la mujer.

Tabla 1. Evaluación descriptiva de la histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos según sexo

Indicadores	Sexo	Cantidad de pacientes	Media	Varianza	Desviación	Máximo	Mínimo
NÚMERO DE OSTEONAS POR CAMPO	Hombre	13	18	10	3	23	12
	Mujer	22	16	39	6	28	6
NÚMERO OSTEOCITOS POR CAMPO	Hombre	13	182	2212	47	250	119
	Mujer	22	187	5200	72	330	100
ESPESOR CORTICAL ÓSEO ALVEOLAR (mm)	Hombre	13	3.56	0.36	0.6	4	2
	Mujer	22	3.43	0.88	0.94	5	2

En el Gráfico 1 se observa de histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos según osteonas según sexo Se aprecia una distribución homogénea en el sexo femenino y en el sexo masculino aunque en ambos hay una desviación hacia el limite inferior.

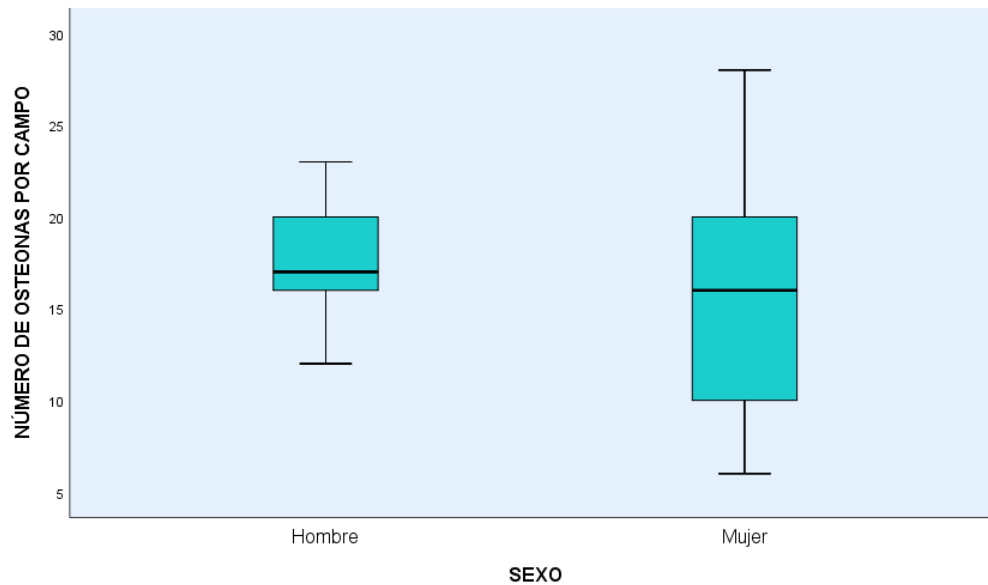


Gráfico 1 . Número de osteonas por campo según sexo

En el Gráfico 2 se observa la histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos del número de osteocitos según sexo. Se aprecia una distribución homogénea en el sexo femenino y sexo masculino con una ligera desviación hacia el limite inferior.

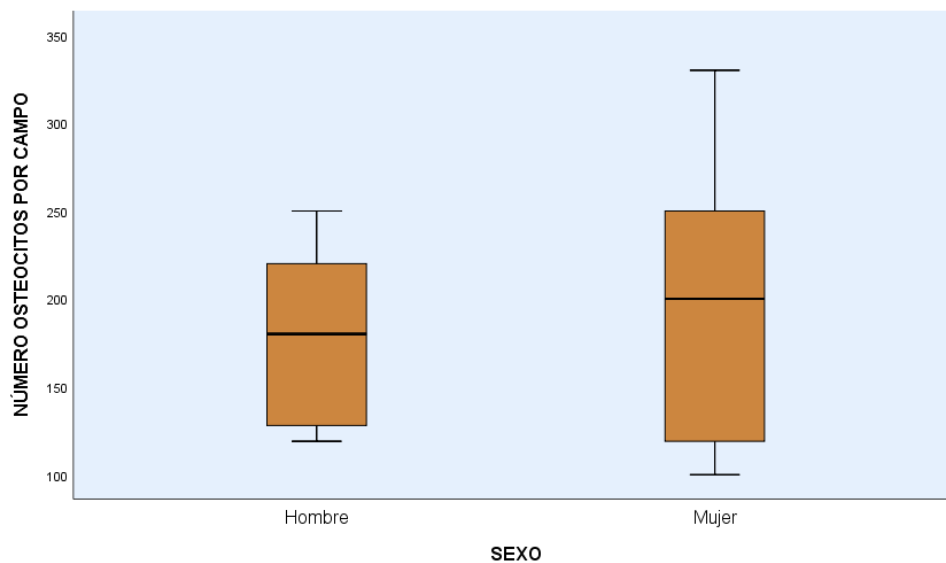


Gráfico 2 Número de osteocitos por campo según sexo

En el Gráfico 3 se observa la histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos del espesor óseo cortical según sexo. Se aprecia una distribución homogénea en el

sexo femenino y el sexo masculino con una ligera desviación hacia el límite inferior en el sexo femenino.

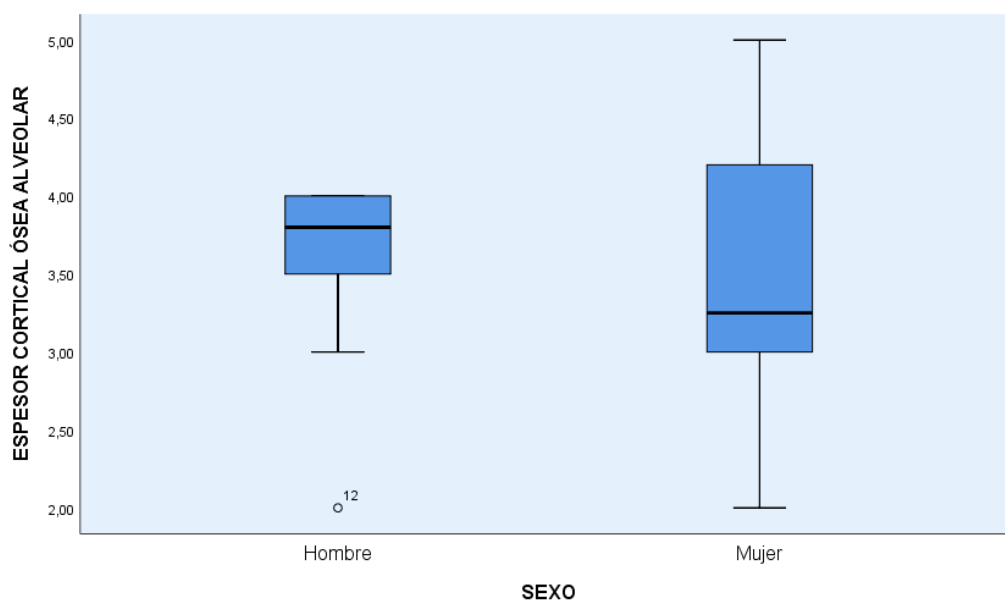


Gráfico 3 Espesor óseo cortical según sexo

En la tabla 2 y Gráficos 4-6 podemos observar la distribución de la histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos según regiones del maxilar y mandíbula. siendo según número de osteonas por campo era 14 en el molar superior y 16 en la premolar inferior y 19 molar inferior, la calidad ósea según número de osteocitos era 167 en la molar superior en el hombre y 165 en la premolar inferior y 217 en la molar inferior.

Tabla 2: Evaluación descriptiva de la histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos según región del maxilar y mandíbula.

Indicadores	Región dental	Cantidad de pacientes	Media	Varianza	Desviación	Máximo	Mínimo
NÚMERO DE OSTEONAS POR CAMPO	MOLAR SUPERIOR	8	14	46	7	27	6
	PREMOLAR INFERIOR	14	16	30	6	28	10
	MOLAR INFERIOR	13	19	10	3	24	14
	MOLAR INFERIOR	13	19	10	3	24	14
NÚMERO OSTEOCITOS/ OSTEOPLASTOS POR CAMPO	MOLAR SUPERIOR	8	167	8409	92	330	109
	PREMOLAR INFERIOR	14	165	3585	60	280	100
	MOLAR INFERIOR	13	217	786	28	260	179
	MOLAR INFERIOR	13	217	786	28	260	179
ESPESOR CORTICAL ÓSEA ALVEOLAR (mm)	MOLAR SUPERIOR	8	2.64	0.55	0.74	3.8	2
	PREMOLAR INFERIOR	14	3.46	0.59	0.77	5	2
	MOLAR INFERIOR	13	4.01	0.16	0.4	4.5	3
	MOLAR INFERIOR	13	4.01	0.16	0.4	4.5	3

En el Gráfico 4 se observa histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos osteonas según región dental. Se aprecia una distribución heterogénea en el sector molar superior premolar inferior y molar inferior siendo la región molar inferior la que presenta valores fuera del rango alrededor de la mediana

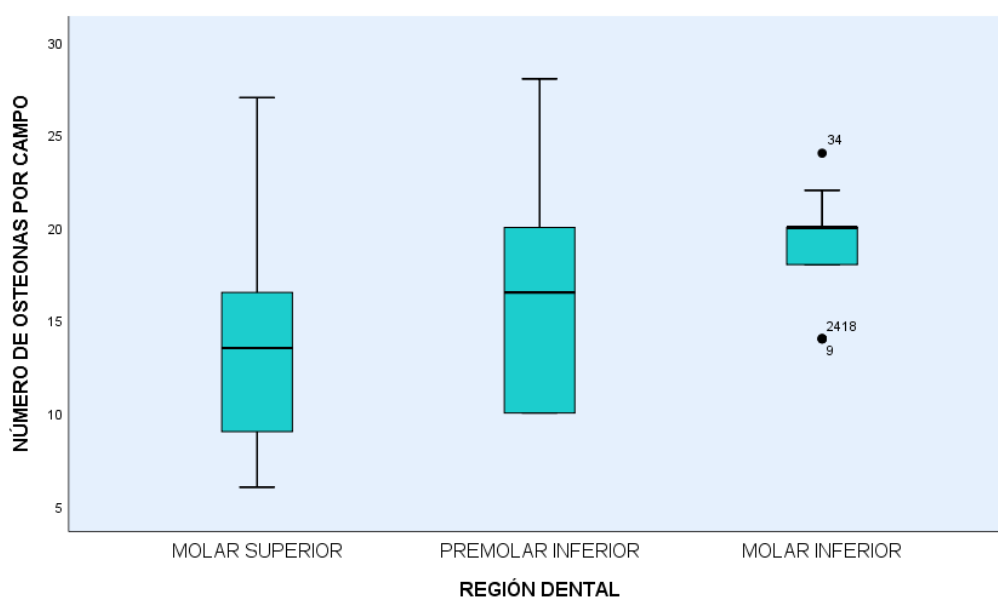


Gráfico 4 Número de osteonas por campo según región del maxilar y mandíbula.

En el Gráfico 5 se observa la histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos del número de osteocitos según región del maxilar y mandíbula. Se aprecia una distribución homogénea en el sector molar superior premolar inferior y molar inferior con una ligera desviación hacia el límite inferior en todas las regiones

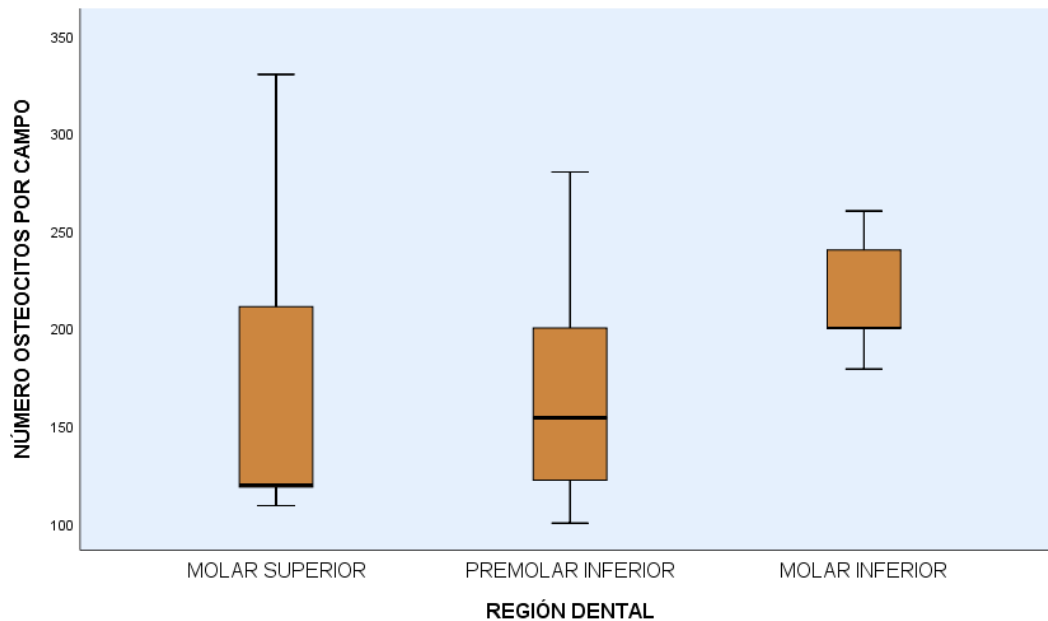


Gráfico 5 Número de osteocitos (osteoplastos) por campo según región del maxilar y mandíbula.

En el Gráfico 6 se observa la histomorfometría del hueso cortical en rebordes edéntulos del espesor óseo cortical según región del maxilar y mandíbula.. Se aprecia una distribución heterogénea en el sector molar superior premolar inferior y molar inferior con una ligera desviación hacia el límite inferior siendo la región molar inferior la que presenta valores fuera del rango alrededor de la mediana.

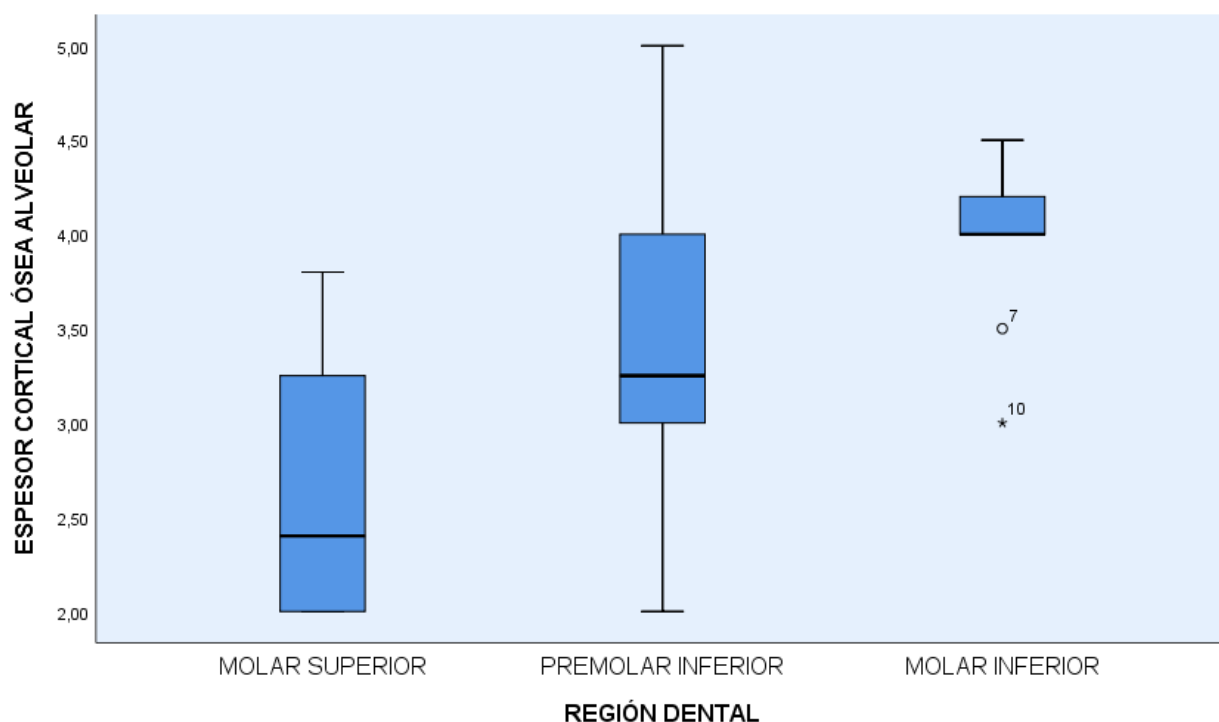


Gráfico 6 Espesor óseo cortical según región del maxilar y mandíbula.

En la tabla 3 y el Gráfico 7 podemos observar las unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos según sexo siendo 530.79 ± 167.5 HU para el sexo masculino y $594.18 \pm$ HU para el sexo femenino

Tabla 3. Evaluación descriptiva de las unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos según sexo

Indicadores	Sexo	Cantidad de pacientes	Media	Varianza	Desviación	Máximo	Mínimo
CALIDAD ÓSEA DE CBCT EN UNIDADES HOUNSFIELD	Hombre	13	530.79	28055.11	167.5	810	210.56
	Mujer	22	594.18	13164.63	594.18	852	400

En el Gráfico 7 se observa las unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos según sexo. Se aprecia una distribución homogénea en el sexo femenino excepto por dos valores muy alejados de la mediana, en cambio en el sexo masculino hay una desviación hacia el limite inferior.

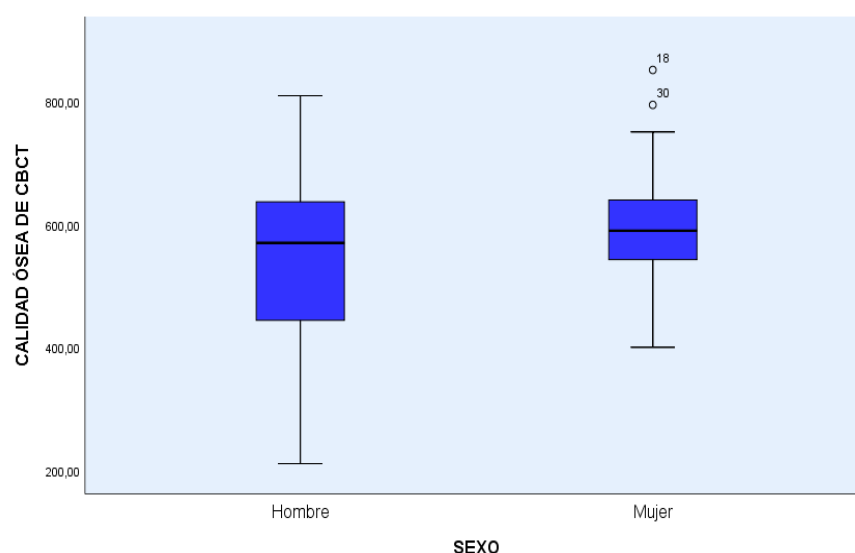


Gráfico 7 unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos según sexo

En la tabla N 4 se observa las unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos según región del maxilar y mandíbula. siendo la calidad ósea de la CBCT en el hombre de 531.5 HU en la región molar superior, 569.42 en la región premolar inferior y 596.03 en la región molar inferior molar.

Tabla 4: Evaluación descriptiva de unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos según región del maxilar y mandíbula

Indicadores	Región dental	Cantidad de pacientes	Media	Varianza	Desviación	Máximo	Mínimo
CALIDAD ÓSEA DE CBCT EN UNIDADES HOUNSFIELD	MOLAR SUPERIOR	8	531.5	18106.57	134.56	795	450
	PREMOLAR INFERIOR	14	569.42	8564.68	92.55	660	380.89
	MOLAR INFERIOR	13	596.03	32267.38	179.63	852	210.56

En el Gráfico 8 se observa la distribución de la calidad ósea en la CBCT en unidades Hounsfield según sexo y región dental, se aprecia una distribución homogénea en el sexo femenino excepto por dos valores muy alejados de la mediana, en cambio en el sexo masculino hay una desviación hacia el límite inferior. En el gráfico 2 se aprecia una distribución heterogénea en el sector molar superior premolar inferior y molar inferior siendo la región premolar la que presenta valores fuera del rango alrededor de la mediana

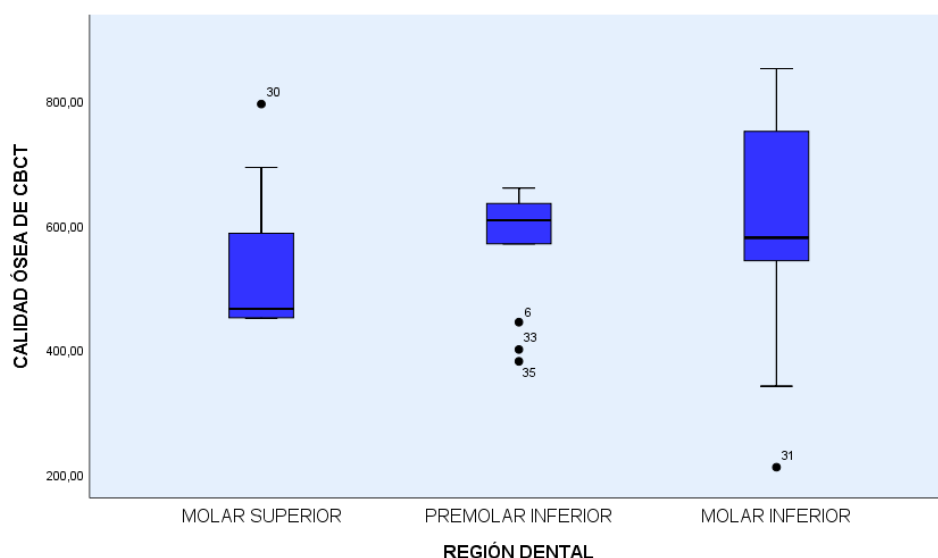


Gráfico 8 Unidades Hounsfield del hueso cortical en rebordes edéntulos según sexo

En la Tabla 5 Es posible afirmar que existe una **diferencia significativa entre la calidad ósea de las regiones del maxilar y la mandíbula según el N° de Osteocitos** Con un 5% de significancia, y existe diferencia entre la calidad ósea de las regiones del maxilar y la mandíbula, tomando como referencia el espesor cortical alveolar.

Tabla 5. Número de osteocitos (osteoplastos) y el espesor cortical alveolar según la región del maxilar y mandíbula

Características de calidad ósea	Significancia
Número de osteocitos	0.039
Espesor cortical alveolar	0.000

Prueba de Kruskal Wallis

Nota: La prueba se realizó con un 5% de significancia.

En la tabla 6 según el número de osteocitos, no habría suficiente evidencia estadística para decir que existe diferencia entre la calidad ósea de las diferentes regiones dentales, lo que mostraría la mala estimación preliminar de la prueba de Kruskal Wallis.

Tabla 6: Comparaciones por pares de las regiones del maxilar y la mandíbula según el número de osteocitos (osteoplastos)

Regiones	Significancia
3-5	0.537
3-6	0.125
5-6	0.064

3 molar superior 5 premolar inferior 6 molar inferior

En la tabla 7 existe diferencia significativa respecto a la calidad ósea entre las regiones molar superior y premolar inferior (3 y 5) y las regiones molar superior y molar inferior (3 y 6) según el espesor óseo cortical

Tabla 7: Comparaciones múltiples de las regiones del maxilar y la mandíbula según el espesor cortical alveolar

Regiones	Significancia
3-5	0.045
3-6	0.000
5-6	0.097

3 molar superior 5 premolar inferior 6 molar inferior

En la tabla 8 No existe diferencia entre las regiones dentales en relación a la calidad ósea entre las unidades Hounsfield y el número de osteonas.

Tabla 8. igualdad estadística de medias en calidad ósea en la CBCT en unidades Hounsfield y número de osteonas según las regiones del maxilar y la mandíbula

Características de calidad ósea	Significancia
Calidad ósea en la CBCT	0.594
Número de osteonas	0.115

Prueba ANOVA

Nota: La prueba se realizó con un 5% de significancia $P < 0.05$

Finalmente en la Tabla N 9 se realizó una regresión logística multinomial para determinar la relación de la calidad ósea entre las regiones dentales según el espesor óseo cortical y se halló que la región premolar inferior era 13 (OR=13.089) veces más densa que la región molar superior y la región molar inferior era 63 mas densa (OR=63.649). Esto es compatible con hueso mas compacto en la región molar inferior (50%) en la media comparado a la región molar superior y 30% en la media en la región premolar inferior comparado también a la región molar superior.

Tabla 9. Relación de las regiones del maxilar y la mandíbula con la histomorfometría del hueso cortical, las unidades hounsfield y el sexo comparado a la región molar superior según un modelo de regresión logística multinomial

REGIÓN DENTAL		B	Desv. Error	Wald	Grados de libertad	Sig.	Exp(B)	95% de intervalo de confianza para Exp(B)	
								Límite inferior	Límite superior
PREMOLAR INFERIOR	Intersección	-6.032	3.502	2.966	1	0.085			
	ESPESOR CORTICAL ÓSEA ALVEOLAR	2.572	1.244	4.275	1	0.039	13.089	1.143	149.833
	CALIDAD ÓSEA DE CBCT	0.002	0.005	0.263	1	0.608	1.002	0.993	1.012
	NÚMERO DE OSTEONAS POR CAMPO	-0.179	0.149	1.448	1	0.229	0.836	0.624	1.119
	[MASCULINO]	0.523	1.302	0.161	1	0.688	1.687	0.131	21.660
MOLAR INFERIOR	[FEMENINO]	0 ^b			0				
	Intersección	-13.291	4.983	7.115	1	0.008			
	ESPESOR CORTICAL ÓSEA ALVEOLAR	4.153	1.466	8.022	1	0.005	63.649	3.594	1127.268
	CALIDAD ÓSEA DE CBCT	0.004	0.005	0.597	1	0.440	1.004	0.994	1.014
	NÚMERO DE OSTEONAS POR CAMPO	-0.179	0.170	1.110	1	0.292	0.836	0.600	1.166
	[MASCULINO]	1.286	1.446	0.790	1	0.374	3.618	0.212	61.609
	[FEMENINO]	0 ^b			0				

*considerando como referencia la región molar superior

PRUEBA DE HIPOTESIS

Hipótesis 1

Acerca de la relación entre histomorfometría del hueso cortical y los valores Hounsfield de la tomografía computarizada Cone Beam

Hipótesis Nula

Existe relación entre la histomorfometría del hueso cortical con los valores Hounsfield de la tomografía computarizada Cone Beam en pacientes parcialmente edéntulos de la Clínica de postgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Hipótesis Alterna

No existe relación entre la histomorfometría del hueso cortical con los valores Hounsfield de la tomografía computarizada Cone Beam en pacientes parcialmente edéntulos de la Clínica de postgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Indicador de calidad ósea de referencia	Indicador por comparar	Coefficiente de correlación Pearson
Calidad ósea de CBCT en Unidades Hounsfield	Número de osteonas por campo	0.04
	Número de osteocitos por campo	0.19
	Espesor cortical alveolar en milímetros	0.2

Según los resultados en el apéndice B con la Prueba de correlación de Pearson entre pares de indicadores de calidad ósea

Existe una correlación lineal débil de la calidad ósea en la CBCT en Unidades Hounsfield con el resto de las variables, número de osteonas por campo ($p=0.04$), Número de osteocitos por campo ($p=0.19$), espesor cortical alveolar en milímetros ($p=0.2$)

Según los resultados, de la tabla 7 existe diferencia significativa respecto a la calidad ósea entre las regiones molar superior y premolar inferior (3 y 5) y las regiones molar

superior y molar inferior (3 y 6) según el espesor óseo cortical con valores de 0.045 y 0.000 .

Tabla 7: Comparaciones múltiples de las regiones del maxilar y la mandíbula según el espesor cortical alveolar

Regiones	Significancia
3-5	0.045
3-6	0.000
5-6	0.097

3 molar superior 5 premolar inferior 6 molar inferior

Además los OR en la regresión logística multinomial con respecto a la calidad ósea fueron de 13.089 y 63.649 posibilidades en la región premolar inferior y molar inferior respectivamente de tener mayor calidad ósea que la región molar inferior.

Hipótesis 2

Acerca de la relación entre histomorfometría del hueso cortical según las diferentes regiones del maxilar y la mandíbula con los valores Hounsfield de la tomografía computarizada Cone Beam

Hipótesis Nula

Existe relación entre la histomorfometría del hueso cortical según las diferentes regiones del maxilar y la mandíbula con los valores Hounsfield de la tomografía computarizada Cone Beam en pacientes parcialmente edéntulos de la Clínica de postgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Hipótesis Alterna

No existe relación entre la histomorfometría del hueso cortical según las diferentes regiones del maxilar y la mandíbula con los valores Hounsfield de la tomografía computarizada Cone Beam en pacientes parcialmente edéntulos de la Clínica de postgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Según los resultados en la tabla 7 existe diferencia significativa respecto a la calidad ósea entre las regiones molar superior y premolar inferior (3 y 5) y las regiones molar superior y molar inferior (3 y 6) según el espesor óseo cortical con valores de 0.045 y 0.000 respectivamente.

Finalmente se realizó una regresión logística multinomial para hallar si existe relación entre la histomorfometría del hueso cortical según las diferentes regiones del maxilar y la mandíbula con los valores Hounsfield de la tomografía computarizada Cone Beam y los valores OR en la regresión logística multinomial con respecto a la calidad ósea fueron de 13.089 y 63.649 posibilidades en la región premolar inferior y molar inferior respectivamente de tener mayor calidad ósea que la región molar superior.

Tabla 9. Relación de las regiones del maxilar y la mandíbula con la histomorfometría del hueso cortical, las unidades hounsfield y el sexo comparado a la región molar superior según un modelo de regresión logística multinomial

REGIÓN DENTAL		B	Desv. Error	Wald	Grados de libertad	Sig.	Exp(B)	95% de intervalo de confianza para Exp(B) Límite inferior Límite superior	
PREMOLAR INFERIOR	Intersección	-6.032	3.502	2.966	1	0.085			
	ESPESOR CORTICAL ÓSEA ALVEOLAR	2.572	1.244	4.275	1	0.039	13.089	1.143	149.833
	CALIDAD ÓSEA DE CBCT	0.002	0.005	0.263	1	0.608	1.002	0.993	1.012
	NÚMERO DE OSTEONAS POR CAMPO	-0.179	0.149	1.448	1	0.229	0.836	0.624	1.119
	[MASCULINO]	0.523	1.302	0.161	1	0.688	1.687	0.131	21.660
MOLAR INFERIOR	[FEMENINO]	0 ^b			0				
	Intersección	-13.291	4.983	7.115	1	0.008			
	ESPESOR CORTICAL ÓSEA ALVEOLAR	4.153	1.466	8.022	1	0.005	63.649	3.594	1127.268
	CALIDAD ÓSEA DE CBCT	0.004	0.005	0.597	1	0.440	1.004	0.994	1.014
	NÚMERO DE OSTEONAS POR CAMPO	-0.179	0.170	1.110	1	0.292	0.836	0.600	1.166
	[MASCULINO]	1.286	1.446	0.790	1	0.374	3.618	0.212	61.609
	[FEMENINO]	0 ^b			0				

*considerando como referencia la región molar superior

6. CAPITULO DISCUSIÓN

Con respecto a la calidad ósea del hueso alveolar se han realizado diversos estudios comparando de forma cuantitativa²⁸ o cualitativa²⁹ usando diversos indicadores, usando el índice de Leckholm y Zarb,^{29,41-43} el Índice de densidad ósea (calidad ósea) de Misch, tomografías con beam,^{33,44-49} histomorfometría,^{28,48-51} radiografías panorámicas⁵², microCT^{26,27,55,99} densidad mineral ósea⁵³ valores torque de inserción(TVI, por sus siglas en inglés)^{28,54} muestras cadaveres^{43,51,55} valores de PERIOTEST®⁵⁶ y Coeficiente de Estabilidad del implante (ISQ)^{38,42,57-59}

Lekholm y Zarb propusieron una clasificación del hueso cortical y medular que podría relacionarse con las diferentes zonas del maxilar y la mandíbula. Tipo 1: este tipo de hueso está compuesto casi exclusivamente de un hueso compacto homogéneo. Éste era el hueso ideal para la colocación de implantes dentales con presencia de algunas trabéculas espaciadas con pequeños espacios medulares. Tipo 2: en este tipo de hueso, el hueso compacto es ancho y rodea el hueso esponjoso denso. Esta parte esponjosa presenta espacios medulares ligeramente mayores con menor uniformidad en el patrón óseo. Este hueso era suficiente para los implantes, según los autores. Tipo 3: en este hueso, la parte cortical es delgada y rodea al hueso esponjoso denso. Existen grandes espacios medulares entre las trabéculas óseas. Este hueso según los autores podría provocar la desadaptación del implante. Finalmente, el hueso Tipo 4: aquí la cortical es mucho más delgada y rodea un abundante hueso esponjoso poco denso y muy trabeculado. Es la clasificación más usada cuando uno se refiere a calidad ósea en hueso alveolar. La clasificación de Lekholm y Zarb no fue determinada mediante ningún análisis histomorfométrico sino en base a la ubicación de regiones del maxilar y la mandíbula, otorgándole mayor calidad ósea por ejemplo a la zona de la sínfisis y la peor calidad ósea a la zona de la tuberosidad. Además, añadió cualidades óseas diferentes a la región anterior del maxilar y la zona de las premolares superiores e inferiores. Si bien es cierto, anatómicamente, existe concordancia en la clasificación no está validada por algún parámetro adicional

Otra clasificación bastante usada es la planteada por Misch.²⁷ Los tipos de densidad ósea propuesta por Misch se clasifican de la siguiente manera: D1 >1250 HU, D2 850 a 1250 HU, D3 350 a 850 HU, D4 150 a 350 HU y D5 < 150 HU.³⁰

Norton³⁷ presentó una clasificación basada en Unidades Hounsfield y relacionada a la clasificación de Lekholm y Zarb donde la calidad 1 estaría más allá de los 850 HU, la calidad 2/3 de 500 a 850 HU y la calidad 4 por debajo de los 500 HU. Norton propone unir la calidad 2 y 3 en un solo grupo para obtener menos problemas de calibración³⁷

En el presente estudio de forma preliminar se observa diferencias en los valores de osteocitos, osteonas, espesor óseo cortical y unidades Hounsfield entre los grupos estudiados y comparados a la zona maxilar posterior superior.

Nuestro estudio presenta que el maxilar superior en la parte posterior difiere bastante en calidad ósea en relación a las demás regiones estudiadas, debido principalmente a las características anatómicas de la zona tal como lo propone Leckholm y Zarb.^{49,50} El hueso maxilar en su porción posterior a nivel de las molares es mucho más poroso y ha sido demostrado en estudios anatómicos e histológicos^{50,51} y se han propuesto estas diferencias también con radiografías panorámicas,⁵² tomografías Computarizadas *Cone Beam*,^{28,33,100} Micro CT,¹⁰¹ densidad mineral ósea.⁵³ Gonzales Garcia²⁸ en un estudio tomográfico e histomorfométrico halló un promedio de 478 HU de “densidad ósea” además que existía una diferencia estadística entre la densidad ósea del maxilar y la mandíbula y nuestro trabajo presentó que las HU fue 531.5 en la región molar superior, 569.42 en la región premolar inferior y 596.03 en la región molar inferior, La diferencia en estos resultados puede deberse a la metodología empleada puesto que en el estudio mencionado se realizó una CBCT a la muestra obtenida del paciente y en este trabajo se midió los valores HU en la CBCT del mismo paciente antes de la cirugía. Otra diferencia es que en la metodología de Gonzales Garcia no se dividieron las muestras por regiones como se planteó en nuestro trabajo.

Ohiomoba⁴⁷ halló en la zona maxilar anterior un valor de 1288 HU y 1227 por palatino y vestibular respectivamente, zona media maxilar (caninos premolares) de 1340 HU y 1291HU por palatino y vestibular respectivamente y en la zona maxilar posterior de 1252 HU y 1224 por palatino y vestibular respectivamente. Si bien es cierto estos valores difieren de nuestros resultados esto puede deberse a que en su metodología emplearon un tomografo computarizado de usó medico en vez de CBCT. Otra diferencia es que usaron para el análisis solo el maxilar superior.

Silva⁴⁴ en un trabajo realizado en mandíbulas edéntulas o parcialmente edéntulas halló un valor de 418 HU en CBCT Y 313 en tomografías multicorte. Nuestros resultados muestras que fueron 569.42 en la región premolar inferior y 596.03 en la región molar inferior. La diferencia puede deberse a que el estudio de Silva escogió la misma zona de medición en todos sus muestras pues su intención era probar si la CBCT y la tomografía multicorte tenían los mismos resultados, en cambio nuestro estudio se realizó en a nivel del reborde edéntulo requerido para colocar el implante dental.

Norton³⁷ halló que la región mandibular anterior tenía 850 HU en promedio, la región posterior mandibular y maxilar anterior tenía 500 a 850 HU, la región maxilar posterior de 0 a 500 HU y la zona de la tuberosidad tenía 0 HU. Nuestro trabajo halló en promedio, 531.5 en la región molar superior, 569.42 en la región premolar inferior y 596.03 en la región molar inferior. La diferencia en los resultados puede explicarse porque en su trabajo se usó cuatro diferentes regiones y nuestro trabajo tomó las regiones premolar y molar como separadas y no juntas como él propone y además comparamos los resultados con la región más porosa que es la región maxilar posterior, para saber las posibilidades de tener un hueso más poroso o más cortical en función a esa comparación estadística. Finalmente, en su trabajo se incluyó como una región adicional la zona más posterior de la tuberosidad donde clínicamente no existen dientes o implantes dentales a colocar. Sin embargo, en su estudio no se tomó ninguna muestra en esa zona.

Un dato hallado en nuestro trabajo que no ha sido encontrado en la literatura es la diferencia de valores HU entre hombre y mujer. La mujer obtuvo valores de 594 HU y el hombre de 530 HU. Sin embargo esto podría deberse al mayor número de pacientes mujeres (22) que hombres (13). Los valores hallados en el presente estudio en la zona maxilar posterior en unidades HU muestran una diferencia significativa con las otras zonas estudiadas confirmando los resultados mostrados en la literatura. El presente estudio también ha comparado los valores histomorfométricos hallados de las muestras y los valores HU de las CBCT de los pacientes del presente y analizar si existe una correlación.

Con respecto a la histomorfometría en este trabajo se evaluó la presencia de osteonas, número de osteocitos y espesor óseo cortical. El número de osteonas por campo era 14 en el molar superior y 16 en la premolar inferior y 19 molar inferior, la calidad ósea según número de osteocitos era 167 en la molar superior en el hombre y 165 en la premolar inferior y 217 en la molar inferior. En este trabajo no se hallaron diferencias significativas por sexo. Nuestro trabajo al hacer la comparación por pares no halló correlación entre la presencia de osteonas u osteocitos con los valores HU, pero sí ha hallado una correlación débil sólo con el espesor óseo cortical. En la literatura los estudios no han mostrado la comparación por sexo, por lo tanto no es posible afirmar si nuestro hallazgo es congruente con trabajos anteriores.

Otros autores han evaluado la histomorfometría en cadáveres obteniendo un porcentaje entre hueso cortical y hueso trabecular¹⁰² para determinar la calidad ósea, sin embargo

diversos estudios han mostrado la importancia del hueso cortical en la estabilidad primaria del implante^{38,57,103-105} por lo cual hemos usado el espesor del hueso cortical para determinar la calidad ósea.

El hueso cortical fue evaluado por Miyamoto¹⁰⁵ obteniendo un valor de 1.9 en el maxilar y 2.2 en la mandíbula y fueron evaluados en la CBCT de los pacientes, siendo el hueso cortical que rodeaba al implante siempre mayor en la mandíbula que en el maxilar, nuestros estudios también muestran mayores valores de hueso cortical en la región mandibular comparado al maxilar superior debido a las diferencias anatómicas ya descritas.

Ohimoba⁴⁷ evaluó el espesor cortical del maxilar superior y halló un rango de 0.78 a 0.96 lo que difiere de nuestros resultados que fueron de 2 a 4 mm en algunos casos la diferencia se basa en la metodología, puesto que Ohimoba usó una medición tomográfica pero de la zona cortical vestibular y palatina de las regiones del maxilar las cuales son más útiles para la colocación de minimplantes ortodónticos. Este trabajo usó el espesor cortical histomorfométrico pero de la zona del reborde edéntulo de los pacientes elegidos para implantes dentales.

El espesor del hueso cortical fue estudiado por Katranji¹⁰² hallando los siguientes resultados zonas molar (M), premolar (PM), anterior (A). Por vestibular en edéntulos la tabla cortical en el maxilar era de 1.69 mm (M), 1.43 mm (PM), and 1.04 mm (A). En el presente estudio, en relación al espesor cortical los valores en mm fueron 2.53 ± 4.61 , 2.2 ± 3.09 , 3.15 ± 5.79 y 4.04 ± 2.84 en la región premolar superior, región molar superior, región premolar inferior y la región molar inferior, respectivamente. Los valores en el estudio de Katranji fueron evaluados en 3 regiones molar premolar y anterior, los resultados de las tres regiones estudiadas en el presente trabajo han obtenido valores mayores que el promedio en la literatura debido quizás a que no se ha considerado al momento de este estudio las dos regiones anteriores superior e inferior que suelen presentar espesores diferentes^{69,102} y menores osteocitos.¹⁰⁶ Horner⁵² en su estudio encontró un espesor del hueso cortical en promedio de 4.1 mm pero este fue realizado en radiografías panorámicas, nuestro trabajo halló un promedio de 3.56 mm para el hombre y 3.43 mm para la mujer. Aunque los resultados son similares, la diferencia puede deberse a la mayor distorsión de la radiografía panorámica en comparación con la tomografía computarizada *cone beam*.

Gonzales-García²⁸ analizó 39 biopsias de 31 pacientes con cortes tomográficos en microtomografías y los relacionó con biopsias del hueso maxilar hallando una

correlación positiva entre ambos análisis concluyendo que la evaluación preoperatoria en tomografías es un método confiable para predecir la densidad del hueso de los pacientes sometidos a implantes.

Al momento actual del presente estudio se observa una correlación lineal positiva débil entre las unidades Hounsfield de la Tomografía Computarizada Cone Beam con el espesor óseo cortical $R= 0.2$ con el número de osteonas $R= 0.04$ y con el número de osteocitos $R=0.19$ ($p<0.01$). Exceptuando el espesor del hueso cortical. No se han hallado estudios que evalúen el número de osteocitos u osteonas y calidad ósea.

Oh⁵⁶ en su estudio sobre calidad ósea usó una evaluación subjetiva de un operador para ubicar con la clasificación propuesta por Lekholm y Zarb y tomó los valores de Periotest y frecuencia de resonancia del implante (Ostell) . Sus resultados no fueron separados por regiones solo por arcada superior o inferior, sin embargo si halló diferencias significativas entre maxilar y mandíbula. Nuestro trabajo mostrará también diferencias significativas entre las regiones tanto premolar y molar inferior comparadas a la región maxilar superior.

Ribeiro Rotta et al^{26,27} tomaron radiografías periapicales y panorámicas de 32 pacientes edéntulos parciales. Tres cirujanos clasificaron la calidad ósea en los sitios de implantes utilizando dos métodos diferentes: evaluaciones en radiografías periapicales y panorámicas (RP) y de acuerdo con la clasificación propuesta por Lekholm y Zarb. Durante la inserción del implante, se tomaron biopsias óseas y se midieron parámetros tridimensionales mediante tomografía microcomputarizada (Micro-CT -por sus siglas en inglés). En este trabajo, hallaron que los tipos de hueso 2 y 3 fueron las clasificaciones más prevalentes según las RP (54.3%) e Índice de Lekholm y Zarb (58.7%)

En el presente estudio, las HU fue 531.5 en la región molar superior, 569.42 en la región premolar inferior y 596.03 en la región molar inferior, eso equivaldría según a un tipo D3 según los estudios de Misch³⁰ en todas las regiones del presente estudio y a un hueso tipo II según la clasificación de Lekholm y Zarb²⁹ . Usando la clasificación de Norton la región premolar inferior sería también en una calidad 2/3 y la región molar superior sería una calidad tipo 4. La región molar inferior estaría en una calidad 2. Nuestro estudio muestra que no existe una variabilidad significativa entre las regiones del maxilar y mandíbula analizadas tal como lo expresa Norton. El espesor óseo cortical podría ser un predictor de la estabilidad primaria del implante⁴². En el presente trabajo, solamente se halló una correlación débil entre el espesor óseo cortical y las HU en las Tomografías Computarizadas *Cone Beam*.

7. CAPITULO CONCLUSIONES

2. Existe correlación significativa débil de la calidad ósea en la CBCT en Unidades Hounsfield (HU) y el número de osteonas por campo ($p=0.04$, Número de osteocitos por campo ($p=0.19$), espesor cortical alveolar en milímetros ($p=0.2$) con los valores Hounsfield de la Tomografía Computarizada *Cone Beam* en el reborde edéntulo de los pacientes para implantes de la Clínica de Postgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Sin embargo, este hallazgo ha sido contrastado por pares para poder confirmar la correlación. La comparación estadística por pares ha mostrado solamente una relación significativa entre el espesor óseo cortical y las unidades Hounsfield.

3. Las regiones premolar inferior y molar inferior tienen un *Odds Ratio* de 13 y 63 respectivamente con respecto al espesor óseo cortical comparada a la región molar superior, es decir que estas regiones (premolar inferior y molar inferior) tienen 13 y 63 veces más probabilidad de tener una mejor calidad ósea que la región molar posterior superior.

RECOMENDACIONES

1. Realizar una mayor investigación con una mayor muestra y que comprometa las región anterior superior e inferior.
2. Realizar la misma propuesta de investigación comparando rebordes edéntulos con o sin regeneración ósea guiada para ver si existe diferencia en el tipo de calidad ósea.
3. Realizar la misma propuesta de investigación utilizando parámetros bioquímicos para ver si existe diferencia en los componentes del hueso cortical según regiones del maxilar y mandíbula

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Haag DG, Peres KG, Brennan DS. Tooth loss and general quality of life in dentate adults from Southern Brazil. *Qual. Life Res.* 2017;26(10):2647–57.
2. Lekholm U, Gunne J, Henry P, et al. Survival of the Brånemark Implant in Partially Edentulous Jaws: A 10-Year Prospective Multicenter Study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:639–45.
3. Garcia Linares S. Nueva Clasificación de la enfermedad periodontal. *Odontol. Sanmarquina* 2003;6(11):48–50.
4. Lindhe Jan, Karring Thorkild, Lang NP. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. 5th Editio. Quintessence; 2013.
5. Branemark, P.-I., Zarb, G.A. Albrektsson T. *Tissue integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry*. Chicago: Quintessence; 1985.
6. Cardaropoli G, Araujo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J. Clin. Periodontol.* 2003;30(9):809–18.
7. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00642.x>.
8. Newman Michael, Takei Henry, Klokkevold P, Carranza FJr. *Carranza's Clinical Periodontology*. 12th ed. St lois: Elsevier/Mosby; 2015:904.
9. Garcia Linares S. Fracturas radicales verticales: diagnóstico y pronóstico clínico / Vertical root fractures: clinical diagnosis and prognosis. *Kiru* 2011;8(1):54–7.
10. Garcia Linares S, Cayturo C, Gutierrez M, Medina K, Orrego O. El biotipo periodontal como factor influyente en recesión gingival en pacientes adultos que acuden a la Clínica de Posgrado de la UNMSM, Lima-Perú. *theorem* 2015;2.
11. Lee JY, Park HJ, Kim JE, et al. A 5-year retrospective clinical study of the Dentium implants. *J. Adv. Prosthodont.* 2011;3(4):229–35.
12. Simonis P, Dufour T, Tenenbaum H. Long-term implant survival and success: A 10-16-year follow-up of non-submerged dental implants. *Clin. Oral Implants Res.* 2010;21(7):772–7.
13. Thoma DS, Sanz Martin I, Benic GI, Roos M, Hämmerle CHF. Prospective randomized controlled clinical study comparing two dental implant systems: demographic and radiographic results at one year of loading. *Clin. Oral Implants Res.* 2014;25(2):142–9.
14. Albrektsson T. The Long-Term Efficacy of Currently Used Dental Implants: A Review and Proposed Criteria of Success. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 1986;1(Jan):11–25.
15. Moraschini V, Poubel LA da C, Ferreira VF, Barboza E dos SP. Evaluation of survival and success rates of dental implants reported in longitudinal studies with a

follow-up period of at least 10 years: a systematic review. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2015;44(3):377–88.

16. Misch CE, Perel ML, Wang HL, et al. Implant success, survival, and failure: The International Congress of Oral Implantologists (ICOI) pisa consensus conference. *Implant Dent.* 2008;17(1):5–15.

17. Greenstein G, Cavallaro J. Failed dental implants: Diagnosis, removal and survival of reimplantations. *J. Am. Dent. Assoc.* 2014;145(8):835–41.

18. Boldt J, Knapp W, Proff P, Rottner K, Richter E-J. Measurement of tooth and implant mobility under physiological loading conditions. *Ann. Anat. - Anat. Anz.* 2012;194(2):185–9.

19. Mombelli A, Lang NP. Clinical parameters for the evaluation of dental implants. *Periodontol.* 2000 1994;4(1):81–6.

20. Keceli HG, Dursun E, Dolgun A, et al. Evaluation of Single Tooth Loss to Maxillary Sinus and Surrounding Bone Anatomy With Cone-Beam Computed Tomography: A Multicenter Study. *Implant Dent.* 2017;26(5):690–9.

21. Fernández-Tresguerres I, Alobera Miguel, Canto M, Blanco Luis. Bases fisiológicas de la regeneración ósea I: Histología y fisiología del tejido óseo. *Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal Internet* 2006;11:47–51.

22. Kraw AG, Enlow DH. Continuous attachment of the periodontal membrane. *Am. J. Anat.* 1967;120(1):133–47.

23. Becker W, Ochsenbein C, Tibbetts L, Becker BE. Alveolar bone anatomic profiles as measured from dry skulls: Clinical ramifications. *J. Clin. Periodontol.* 1997;24(10):727–31.

24. Saffar J-L, Lasfargues J-J, Cherruau M. Alveolar bone and the alveolar process: the socket that is never stable. *Periodontol.* 2000 1997;13(1):76–90.

25. Kumar G. *Orban's Oral Histology & Embryology*. 14th Editi. (Elsevier, ed.); 2015:458.

26. Oliveira R, Leles C, Lindh C, Riberio Rotta R. Bone tissue microarchitectural characteristics at dental implant sites . Part 1 : Identification of clinical-related parameters. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:981–6.

27. Ribeiro-Rotta RF, de Oliveira RCG, Dias DR, Lindh C, Leles CR. Bone tissue microarchitectural characteristics at dental implant sites part 2: correlation with bone classification and primary stability. *Clin. Oral Implants Res.* 2014;25(2):e47–53.

28. González-García Raúl, Monje Florencio. The reliability of cone-beam computed tomography to assess bone density at dental implant recipient sites: A histomorphometric analysis by micro-CT. *Clin. Oral Implants Res.* 2013;24(8):871–9.

29. Lekholm, U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In: Brånemark P-I, Zarb GA AT (eds)., ed. *Tissue Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Quintessence; 1985:199–209.

30. Misch CE. Density of Bone Effects on surgical approach and healing,. In: Misch C, ed. *Contemporary Implant Dentistry* Mosby, Elsevier; 2008:645-667,.

31. Linetskiy I, Demenko V, Linetska L, Yefremov O. Impact of annual bone loss and different bone quality on dental implant success – A finite element study. *Comput. Biol. Med.* 2017;91:318–25.
32. Liu J, Chen HY, Dodo H, et al. Efficacy of Cone-Beam Computed Tomography in Evaluating Bone Quality for Optimum Implant Treatment Planning. *Implant Dent.* 2017;26(3):405–11.
33. Pauwels R, Nackaerts O, Bellaiche N, et al. Variability of dental cone beam CT grey values for density estimations. *Br. J. Radiol.* 2013;86(1021):1–9.
34. Spray JRobert, Black CGary, Morris HF, Ochi Shigeru. The Influence of Bone Thickness on Facial Marginal Bone Response: Stage 1 Placement Through Stage 2 Uncovering. *Ann. Periodontol.* 2005;5(1):119–28.
35. Mulder L, Van Groningen L, Potgieser Y, Koolstra J, Van Eijden T. Regional differences in architecture and mineralization of developing mandibular bone. *Anat. Rec. - Part Discov. Mol. Cell. Evol. Biol.* 2006;288(9):954–61.
36. Misch CE. *Contemporary Implant Dentistry*. 3rd Editio. Mosby; 2008.
37. Norton MR, Gamble C. Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan. *Clin. Oral Implants Res.* 2001;12(1):79–84.
38. Bischof M, Nedir R, Szmukler-Moncler S, Bernard JP, Samson Jacky. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. A clinical resonance-frequency analysis study with sandblasted-and-etched ITI implants. *Clin. Oral Implants Res.* 2004;15(5):529–39.
39. Gomes de Oliveira RC, Leles CR, Lindh C, Ribeiro-Rotta RF. Bone tissue microarchitectural characteristics at dental implant sites. Part 1: Identification of clinical-related parameters. *Clin. Oral Implants Res.* 2012;23(8):981–6.
40. García-Vives N et al. In vitro evaluation of the type of implant bed preparation with osteotomes in bone type IV and its influence on the stability of two implant systems. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009;1(14):455–60.
41. Aranyarachkul Prasit, Caruso Joseph, Gantes Bernard, Schulz Eloy. Bone Density Assessments of Dental Implant Sites : *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 2005;20(1):416–25.
42. Song Y-Dai, Jun S-Ho, Kwon J-Jin. Correlation between bone quality evaluated by cone-beam computerized tomography and implant primary stability. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 2009;24(1):59–64.
43. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 1988;17(4):232–6.
44. Silva I, Freitas DO, Ambrosano G, Boscolo F, Almeida M. Bone density: comparative evaluation of Hounsfield units in multislice and cone-beam computed tomography. *Braz. Oral Res.* 2012;26(6):550–6.
45. Koh K-J, Kim K-A. Utility of the computed tomography indices on cone beam computed tomography images in the diagnosis of osteoporosis in women. *Imaging Sci. Dent.* 2011;41(3):101–6.

46. Culp, Lee., McLaren, E. SwannL. Smile analysis — Converting digital designs into the final smile Part II. *J Cosmet. Dent.* 2013;29 summer(2):99–108.
47. Ohiomoba H, Sonis A, Yansane A, Friedland B. Quantitative evaluation of maxillary alveolar cortical bone thickness and density using computed tomography imaging. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2017;151(1):82–91.
48. Canellas JV dos S, da Costa RC, Breves RC, et al. Tomographic and histomorphometric evaluation of socket healing after tooth extraction using leukocyte- and platelet-rich fibrin: A randomized, single-blind, controlled clinical trial. *J. Cranio-Maxillofac. Surg.* 2019. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1010518219311084>.
49. Naitoh M, Aimiya H, Hirukawa A, Aiji E. Morphometric analysis of mandibular trabecular bone using cone beam computed tomography: an in vitro study. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 2010;25(6):1093–8.
50. Gapski R, Satheesh K CC. Histomorphometric Analysis of Bone Density in the Maxillary Tuberosity of Cadavers: A Pilot Study. *J Periodontol* 2006;77(6):1085–90.
51. Blanco J, Suárez J, Novio S, Villaverde G, Ramos I, Segade LAG. Histomorphometric assessment in human cadavers of the peri-implant bone density in maxillary tuberosity following implant placement using osteotome and conventional techniques. *Clin. Oral Implants Res.* 2008;19(5):505–10.
52. Horner K DH. The relationship between mandibular bone mineral density and panoramic radiographic measurements. *J Dent* 1998;26(4):337–43.
53. Lindh C, Öbrant K PA. Maxillary bone mineral density and its relationship to the bone mineral density of the lumbar spine and hip. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;98(1):102–9.
54. Turkyilmaz I, McGlumphy EA. Influence of bone density on implant stability parameters and implant success: a retrospective clinical study. *BMC Oral Health* 2008;8:32.
55. Bertl, K. Subotic, M. Heimel, P. Schwarze, UY. Tangl, S. Ulm C, Bertl K, Subotic M, et al. Morphometric characteristics of cortical and trabecular bone in atrophic edentulous mandibles. *Clin Oral Implants Res* 2015;26(7):780–7.
56. Oh JS, Kim SG. Clinical study of the relationship between implant stability measurements using Periotest and Osstell mentor and bone quality assessment. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.* 2012;113(3):35–40.
57. Alsaadi G, Quirynen M, Michiels K, Jacobs R, van Steenberghe D. A biomechanical assessment of the relation between the oral implant stability at insertion and subjective bone quality assessment. *J. Clin. Periodontol.* 2007;34(4):359–66.
58. Farré-Pagès Núria, Augé-Castro MLuisa, Alaejos-Algarra Fernando, Mareque-Bueno Javier, Ferrés-Padró Eduard, Hernández-Alfaro Federico. Relation between bone density and primary implant stability. *Med. Oral Patol. Oral Cirugia Bucal* 2011;16(1):62–7.
59. Yoon H-Gi, Heo S-Joo, Koak J-Young, Kim S-Kyun, Lee S-Young. Effect of bone quality and implant surgical technique on implant stability quotient (ISQ) value. *J. Adv. Prosthodont.* 2011;3(1):10–5.

60. Loveless T, Kilinc Y, Altay M, Flores-Hidalgo A, Baur D, Quereshty F. Hounsfield unit comparison of grafted versus non-grafted extraction sockets. *J. Oral Sci.* 2015;57(3):195–200.
61. Hohlweg-Majert B, Metzger MC, Kummer T, Schulze D. Morphometric analysis - Cone beam computed tomography to predict bone quality and quantity. *J. Cranio-Maxillofac. Surg.* 2011;39(5):330–4.
62. Ibrahim Norliza, Parsa Azin, Hassan Bassam, van der Stelt Paul, Aartman IHA, Wismeijer Daniel. Accuracy of trabecular bone microstructural measurement at planned dental implant sites using cone-beam CT datasets. *Clin. Oral Implants Res.* 2014;25(8):941–5.
63. Eskandarloo Amir, Abdinian Mehrdad, Salemi Fatemeh, Hashemzadeh Zahra, Safaei Mehran. Effect of object location on the density measurement in cone-beam computed tomography versus multislice computed tomography. *Dent Res J Isfahan* 2012;9(Suppl 1):S81–7.
64. Parsa A, Ibrahim N, Hassan B, van der Stelt P, Wismeijer D. Bone quality evaluation at dental implant site using multislice CT, micro-CT, and cone beam CT. *Clin. Oral Implants Res.* 2015;26(1):e1–7.
65. Bonta,H. Carranza,N. Gualtieri, AF. Rojas, MA. Morphological characteristics of the facial bone wall related to the tooth position in the alveolar crest in the maxillary anterior. *Acta Odontol Latinoam* 2017;30(2):49–56.
66. Vitral R, Fraga M, Da Silva Campos M. Use of Hounsfield units in cone-beam computed tomography. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2015;148(2):204.
67. Kavitha MSubash, Park SYong, Heo MSuk, Chien SII. Distributional variations in the quantitative cortical and trabecular bone radiographic measurements of mandible, between male and female populations of korea, and its utilization. *PLoS ONE* 2016;11(12):1–13.
68. Mitsunari,W. Vessoni, L. Chicarelli,M. Hernandez R. Evaluation of diagnostic accuracy of conventional and digital periapical radiography, panoramic radiography, and cone-beam computed tomography in the assessment of alveolar bone loss. *Contemp. Clin. Dent.* 2014;5(3):318–22.
69. Sindeaux R, Figueiredo P, De Melo N, et al. Fractal dimension and mandibular cortical width in normal and osteoporotic men and women. *Maturitas* 2014;77(2):142–8.
70. Gedik R, Marakoglu I, Demirer S. Assessment of alveolar bone levels from bitewing, periapical and panoramic radiographs in periodontitis patients TT - Evaluación de los niveles de hueso alveolar a partir de radiografías interproximales, periapicales y panorámicas en pacientes con period. *West Indian Med J* 2008;57(4):410–3.
71. Garcia Linares S, Villaverde L. Maxillary sinus pneumatization prevalence in Military Geriatric Hospital population. *Rev. ADM* 2017;21(3):175–8.
72. Kim YJ, Henkin J. Micro-computed tomography assessment of human alveolar bone: Bone density and three-dimensional micro-architecture. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* 2015;17(2):307–13.

73. Tsutsumi T, Kajiya H, Tsuzuki T, Goto KT, Okabe K, Takahashi Y. Micro-computed tomography for evaluating alveolar bone resorption induced by hyperocclusion. *J. Prosthodont. Res.* 2018;62(3):298–302.
74. Muller R, Van Campenhout H, Van Damme B, et al. Morphometric Analysis of Human Bone Biopsies: A Quantitative Structural Comparison of Histological Sections and Micro-Computed Tomography. *Bone* 1998;23(1):59–66.
75. Binte Anwar R, Tanaka M, Kohno S, et al. Relationship between porotic changes in alveolar bone and spinal osteoporosis. *J. Dent. Res.* 2007;86(1):52–7.
76. Boldt J, Knapp W, Proff P, Rottner K, Richter EJ. Measurement of tooth and implant mobility under physiological loading conditions. *Ann. Anat.* 2012;194(2):185–9.
77. Oh JS, Kim SG. Clinical study of the relationship between implant stability measurements using Periotest and Osstell mentor and bone quality assessment. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.* 2012;113(3).
78. Gallucci G, Benic G, Eckert S, et al. Consensus Statements and Clinical Recommendations for Implant Loading Protocols. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 2014;29(Supplement):287–90.
79. Ritter L, Elger MC, Rothamel D, et al. Accuracy of peri-implant bone evaluation using cone beam CT, digital intra-oral radiographs and histology. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2014;43(6):1–10.
80. Fabris AL da S, Mulinari-Santos G, Hassumi JS, et al. Morphometric and histologic characterization of alveolar bone from hypertensive patients. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* 2017;19(6):1106–13.
81. Garcia Linares S, Collantes S, Rabanal P, et al. Cirugía sellado alveolar dentario con Injerto Gingival en forma de llave. Reporte de caso. *JAPO* 2020;4(1):12–6.
82. Garcia Linares S, Yon H. Exodoncia atraumática e implante post exodoncia sin colgajo combinado con injerto gingival libre. *Kiru* 2010;7(1):34–7.
83. Traini T, Assenza B, Roman FS, Thams U, Caputi S, Piattelli A. Bone microvascular pattern around loaded dental implants in a canine model. *Clin. Oral Investig.* 2006;10(2):151–6.
84. Garcia Linares S, Galvez L. Estudio histomorfométrico del hueso cortical en rebordes edéntulos y su relación con la tomografía computarizada cone beam. Resultados preliminares. *Odontol. Sanmarquina* 2020;23(3):219–23.
85. Ulm C, Kneissel M, Schedle A, et al. Characteristic features of trabecular bone in edentulous maxillae. *Clin. Oral Implants Res.* 1999;10(6):459–67.
86. Kim JEun, Shin JMyung, Oh SOok, et al. The three-dimensional microstructure of trabecular bone: Analysis of site-specific variation in the human jaw bone. *Imaging Sci. Dent.* 2013;43(4):227–33.
87. Ulm CW, Kneissel M, Hahns M, Solar P, Matejka M, Donath K. Characteristics of the cancellous bone of edentulous mandibles. *Clin. Oral Implants Res.* 1997;8(2):125–30.

88. Liu C-C, Baylink DJ, Wergedal JE, Allenbach HM, Sipe J. Pore Size Measurements and Some Age-Related Changes in Human Alveolar Bone and Rat Femur. *J. Dent. Res.* 1977;56(2):143–50.
89. Ito Y, Fujita H, Kanou M, et al. Rapid and Easy Histological Evaluation of Alveolar Human Bone Quality at Dental Implant Sites Using a Nondecalfied Frozen Cryofilm Section Technique: A Technical Report. *Implant Dent.* 2015;24(4). Available at: https://journals.lww.com/implantdent/Fulltext/2015/08000/Rapid_and_Easy_Histologica_I_Evaluation_of_Alveolar.19.aspx.
90. Escobar, J. Evaluación de la microdeformación según diferentes espesores de la tabla ósea vestibular. *Odontol. Sanmaruina* 2018;21(3):195–203.
91. Ferraz C-C, Barros R-M, Ferraz F-C, Mundstock Á-A, Maior B-S. Analysis of stress distribution in ceramic and titanium implants in alveolar sockets of the anterior region of the maxilla. *J. Clin. Exp. Dent.* 2019;11(10):e850–7.
92. Yazicioglu D, Bayram B, Oguz Y, Cinar D, Uckan S. Stress Distribution on Short Implants at Maxillary Posterior Alveolar Bone Model With Different Bone-to-Implant Contact Ratio: Finite Element Analysis. *J. Oral Implantol.* 2016;42(1):26–33.
93. Koh K-J, Kim K-A. Utility of the computed tomography indices on cone beam computed tomography images in the diagnosis of osteoporosis in women. :6.
94. Clarke MA, Bueltmann KW. Anatomical Considerations in Periodontal Surgery. *J. Periodontol.* 1971;42(10):610–25.
95. Hutchinson EF, Farella M, Hoffman J, Kramer B. Variations in bone density across the body of the immature human mandible. *J. Anat.* 2017;230(5):679–88.
96. Colegio odontologico del Peru. consentimiento informado implantes peru. 2015. Available at: <https://www.cop.org.pe/wp-content/uploads/2015/05/Implantes.pdf>.
97. Cardaropoli D, Cardaropoli G. Preservation of the postextraction alveolar ridge: a clinical and histologic study. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.* 2008;28(5):469–77.
98. An, Yuehuei. Martin K. *Handbook of histology methods for bone and cartilage*. New York: Springer; 2003.
99. Park H-S, Lee Y-J, Jeong S-H, Kwon T-G. Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and the mandible. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2008;133(1):30–7.
100. Rossi M, Bruno G, De Stefani A, Perri A, Gracco A. Quantitative CBCT evaluation of maxillary and mandibular cortical bone thickness and density variability for orthodontic miniplate placement. *Int. Orthod.* 2017;15(4):610–24.
101. Kim YJ, Henkin J. Micro-Computed Tomography Assessment of Human Alveolar Bone: Bone Density and Three-Dimensional Micro-Architecture: Micro-CT Assessment of Human Alveolar Bone. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* 2015;17(2):307–13.
102. Katranji A, Misch K, Wang H-L. Cortical Bone Thickness in Dentate and Edentulous Human Cadavers. *J. Periodontol.* 2007;78(5):874–8.
103. Bischof M, Nedir R, Szmukler-Moncler S, Bernard J-P, Samson J. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing.. A clinical

resonance-frequency analysis study with sandblasted-and-etched ITI implants. *Clin. Oral Implants Res.* 2004;15(5):529–39.

104. Farre-Pages N, Auge-Castro MI, Alaejos-Algarra F, Mareque-Bueno J, Ferres-Padro E, Hernandez-Alfaro F. Relation between bone density and primary implant stability. *Med. Oral Patol. Oral Cirugia Bucal* 2011:e62–7.

105. Miyamoto I, Tsuboi Y, Wada E, Suwa H, Iizuka T. Influence of cortical bone thickness and implant length on implant stability at the time of surgery—clinical, prospective, biomechanical, and imaging study. *Bone* 2005;37(6):776–80.

106. An S-Y, Lee Y-J, Neupane S, et al. Effects of vascular formation during alveolar bone process morphogenesis in mice. *Histochem. Cell Biol.* 2017;148(4):435–43.

APÉNDICES

Apéndice A Matriz de dispersión el histograma y la correlación entre las variables de calidad ósea en la CBCT en unidades Hounsfield, número de osteocitos, número de osteones, espesor óseo cortical

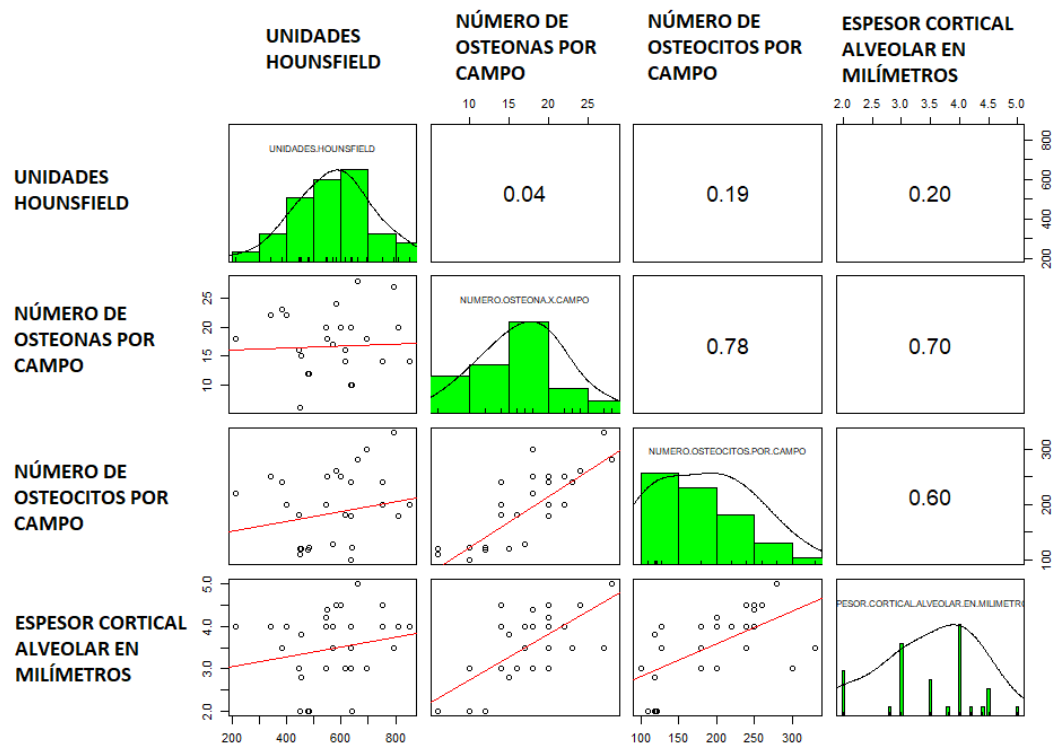


Gráfico 9: Matriz de dispersión, Histograma y Correlación

APÉNDICE B medidas de correlación lineal múltiple

Existe una correlación lineal débil de la calidad ósea en la CBCT en Unidades Hounsfield con el resto de las variables, en cambio entre el número de osteonas y las otras variables existe una asociación lineal fuerte.

APÉNDICE B1. Relación entre las unidades hounsfield y la histomorfometría del hueso cortical

Indicador de calidad ósea de referencia	Indicador por comparar	Coefficiente de correlación Pearson
Calidad ósea de CBCT en Unidades Hounsfield	Número de osteonas por campo	0.04
	Número de osteocitos por campo	0.19
	Espesor cortical alveolar en milímetros	0.2

Nota: Valores mayores a 0.5 indican correlación moderada

APENDICE B2. Relación entre los diversos valores de la histomorfometría del hueso cortical

Indicador de calidad ósea de referencia	Indicador por comparar	Coefficiente de correlación Pearson
Número de osteonas por campo	Número de osteocitos por campo	0.78
	Espesor cortical alveolar en milímetros	0.7
Número de osteocitos por campo	Espesor cortical alveolar en milímetros	0.6

Nota: Valores mayores a 0.5 indican correlación moderada

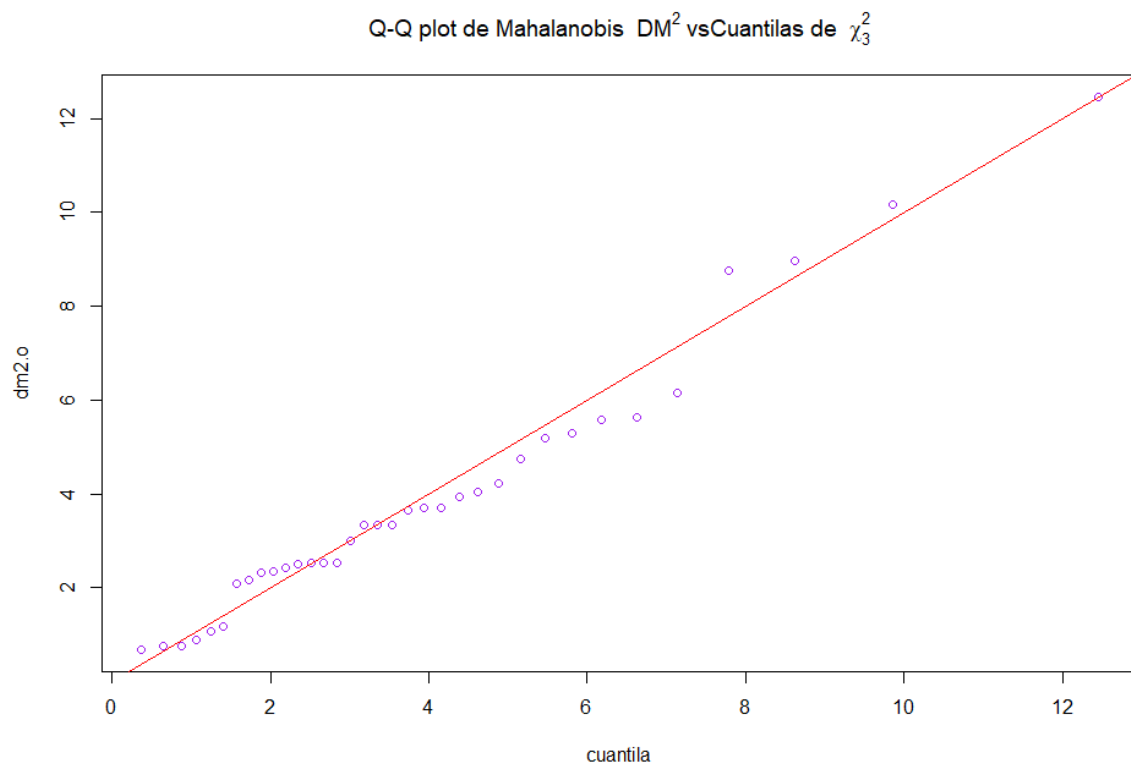
APÉNDICE C Medidas de correlación lineal múltiple entre los indicadores de calidad ósea

Se sospecha existe una relación lineal moderada entre el número de osteonas y osteocitos, entre el número de osteonas con el espesor cortical alveolar y entre el número de osteocitos y el espesor cortical alveolar.

APÉNDICE C: Medidas de correlación lineal múltiple

Indicador de calidad ósea	Coefficiente
Calidad ósea en la CBCT	0.3314
Número de osteocitos	0.7973
Número de osteonas	0.8459
Espesor cortical ósea alveolar	0.7221

APENDICE D Normalidad p_variada



En el Apéndice D Q Q PLOT se observa de manera descriptiva que existe distribución normal p_variada

APÉNDICE E MEDIDAS DE FORMA

De las afirmaciones de las medidas de forma se puede decir que los datos presentan una distribución normal multivariada.

APÉNDICE E Medidas de forma

	Asimetría	Kurtosis
Estadístico de prueba	21.3408	-0.6972
Valor Critico	31.41043	1.9599

Prueba de relación entre características de calidad ósea (número de osteocitos, número de osteonas, espesor cortical alveolar y número de unidades Hounsfield) y la region dental

Para poder aplicar una prueba adecuada que mida la relación entre cada par de característica y región dental, primero revisamos el comportamiento univariado de cada una de las características en interés.

APÉNDICE F Prueba de Shapiro Wilks para evaluar la normalidad de las características de calidad ósea

La prueba del Apéndice F nos muestra que con un 5% de significancia, los datos de las características número de osteocitos y espesor cortical alveolar no siguen una distribución normal. Por otro lado, los datos de la calidad ósea en la CBCT en unidades hounsfield y el número de osteonas siguen un comportamiento normal.

Apéndice F. Prueba de Shapiro Wilks para evaluar la normalidad de las características de calidad ósea

Características de calidad ósea	Significancia
Densidad ósea de CBCT	0.738
Número de Osteonas	0.706
Número de Osteocitos	0.029
Espesor Cortical Alveolar	0.011

Nota: La prueba se realizó con un 5% de significancia $p < 0.05$

ANEXOS

ANEXO 01

CONSENTIMIENTO INFORMADO TRATAMIENTO DE IMPLANTES DENTALES

Yo (como paciente), con DNI No., mayor de edad, y con domicilio en o, Yo con DNI No., mayor de edad, y con domicilio en en calidad de representante legal de

DECLARO

Que el Cirujano Dentista..... me ha explicado que el propósito de la intervención es la reposición de los dientes perdidos mediante la fijación de tornillos o laminas al hueso, y posteriormente la colocación de uno(s) pilar (es) metálico(s) que soportará las futuras piezas dentales artificiales. He sido informado/a de otras alternativas de tratamiento mediante la utilización de prótesis convencionales.

Para llevar a cabo el procedimiento se aplicará anestesia, de cuyos posibles riesgos también he sido informado/a.

Como parte del procedimiento de implantes se tomará una muestra histológica del hueso de la zona a operar con fines académicos mediante una trefina quirúrgica y que no altera en ningún caso el procedimiento clínico regular de implantes dentales

Igualmente se me ha informado de que existen ciertos riesgos potenciales en toda intervención quirúrgica realizada en la boca,

concretamente:

1. Alergia al anestésico, antes, durante o después de la cirugía.
2. Molestias, hematomas e inflamación postoperatoria, durante los primeros días.
3. Sangrado.
4. Infección postoperatoria que requiera tratamiento posterior.
5. Lesión de raíces de dientes adyacentes.
6. Lesión nerviosa que provoque hipostesia o anestesia del labio inferior, superior, mentón, dientes, encía y/o de la lengua, que suele ser transitoria y excepcionalmente permanente.
7. Comunicación con los senos nasales o con las fosas nasales.
8. Aspiración o deglución de algún instrumento quirúrgico de pequeño tamaño.
9. Desplazamiento del implante a estructuras vecinas.
10. Rotura de instrumentos.

Los implantes han sido utilizados ampliamente en todo el mundo, desde hace más de 40 años y es un procedimiento considerado seguro por la comunidad internacional, pero se me ha explicado que, aunque la técnica se realice correctamente, existe un porcentaje de fracasos entre el 8 y el 10 por ciento. He sido informado de las complicaciones potenciales de este procedimiento quirúrgico, que incluye además de las anteriores

- Dehiscencia de sutura y exposición del implante.
- Falta de integración del implante con el hueso que lo rodea, con la consiguiente pérdida precoz o tardía del/los implante/s, y la posible planificación de la prótesis planificada.
- Imposibilidad de colocar un implante en la localización prevista, por las características de hueso remanente.
- En casos excepcionales, con atrofia importante ósea, puede producirse una fractura mandibular, que requiera tratamiento posterior.
- Fractura del implante o de algún componente de la prótesis. Complicaciones inherentes a la prótesis dental, no cumpliendo las expectativas estéticas, dificultad para la fonación, etc.

Entiendo que el tratamiento no concluye con la colocación del implante, sino que será preciso visitar periódicamente al facultativo y seguir escrupulosamente las normas de higiene que me ha explicado.

He comprendido lo que se me ha explicado por el facultativo de forma clara, con un lenguaje sencillo, habiendo resuelto todas las dudas que se me han planteado, y la información complementaria que le he solicitado.

Me ha quedado claro que en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar este consentimiento.

Estoy satisfecho con la información recibida y comprendido el alcance y riesgos de este tratamiento, y en por ello,

DOY MI CONSENTIMIENTO, para que se me practique el tratamiento de implantes.

En Lima, adede.....

El Paciente o

El Cirujano Dentista

Representante Legal

COP

ANEXO 02A
Ficha de Recolección de Datos

FECHA: _____
CIRUJANO

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS TESIS DOCTORADO SIXTO GARCIA

NOMBRE DEL PACIENTE:

EDAD:

ZONA DEL IMPLANTE

POSTERO SUPERIO MOL

POSTERO INFERIOR PM POSTERO INFERIOR MOL

MEDIDA DEL IMPLANTE

TOMA MUESTRA:

	TAMAÑO muestra en mm		

MEDICIÓN TOMOGRAFÍA	Unidades Hounsfield
1	
2	
3	

DESCRIPCIÓN HISTOMOFORMETRICA			
	1	2	3
ESPESOR TABLA CORTICAL EN MM			
NÚMERO DE OSTEONAS POR CAMPO			
NÚMERO DE OSTEOCITOS POR CAMPO			

ANEXO 2B



Comité Institucional de Ética en Investigación IMT "DAC" UNMSM

Constancia de Aprobación CIEI-2019-005

El Comité Institucional de Ética en Investigación del Instituto de Medicina Tropical "Daniel Alcides Carrión" de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos aprobó el 29 de enero de 2019 el protocolo de la investigación "Estudio histomorfométrico del hueso cortical en rebordes edéntulos y su relación con la tomografía computarizada Cone Beam", a cargo del investigador principal Sixto García Linares, en los siguientes términos:

- Modalidad de revisión: revisión expedita.
- La presente aprobación del CIEI – IMT "DAC" UNMSM es por un año, del 29 de enero de 2019 al 28 de enero de 2020.
- Una versión electrónica de la presente constancia ha sido enviada al correo de la investigadora principal: sgarcial@unmsm.edu.pe

Lima, 29 de enero de 2019


Sofía González Collantes
Presidenta



ANEXO 03



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE MEDICINA

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"



CONSTANCIA

La que suscribe, Nancy Joaquina Rojas Morán Directora del departamento de Patología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, con sede en el Hospital Loayza; deja constancia que el Doctorando Sixto García Linares, ha ejecutado parte de su Tesis Doctoral : "Estudio histomorfométrico del hueso cortical en rebordes edéntulos y su relación con la tomografía computarizada *Cone Beam*" en los ambientes del laboratorio de Microscopía electrónica del Instituto de Patología, durante el periodo Octubre a Diciembre del 2019 contando con mi autorización para el uso de los equipos del laboratorio y mi asesoría en la lectura histomorfométrica de las muestras de hueso alveolar, que constituye parte de su tesis doctoral.

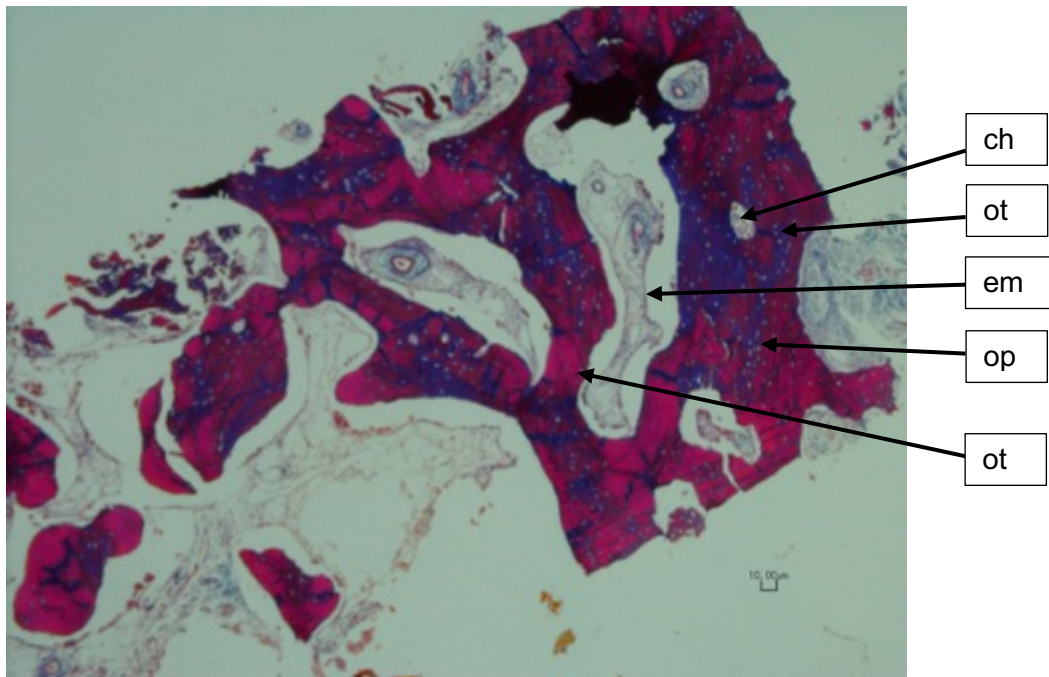
Se extiende la presente constancia para los fines pertinentes

Lima 02 de septiembre de 2020

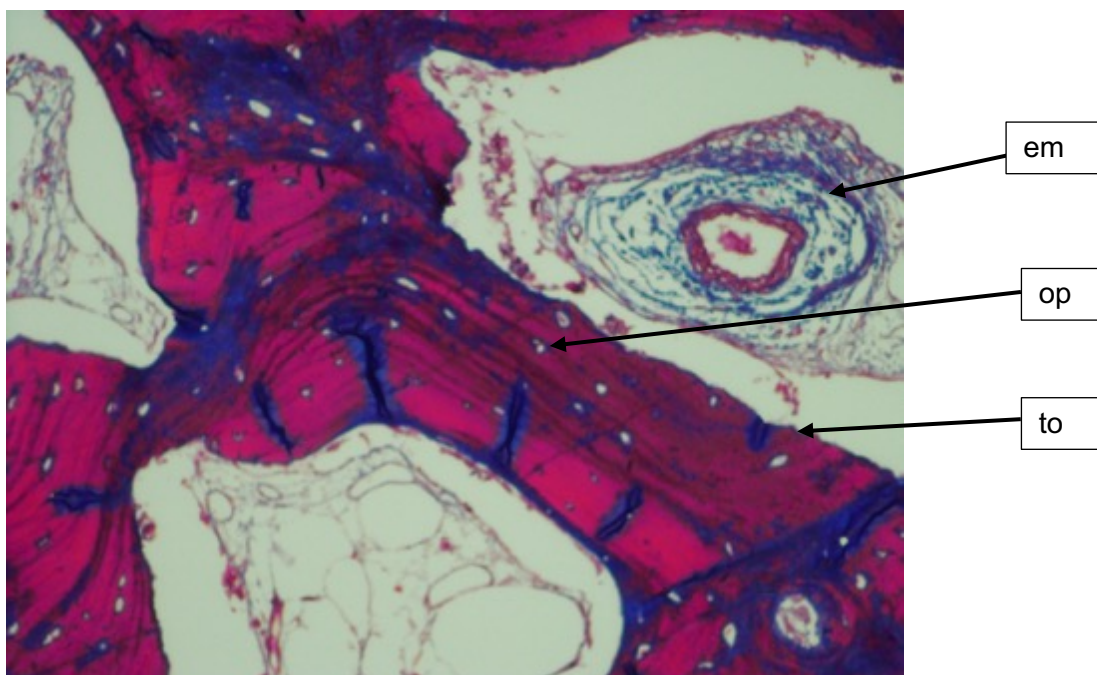


Firmado digitalmente por ROJAS
MORA Nancy Joaquina FAU
20140602282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 02.09.2020 17:38:38 -05:00

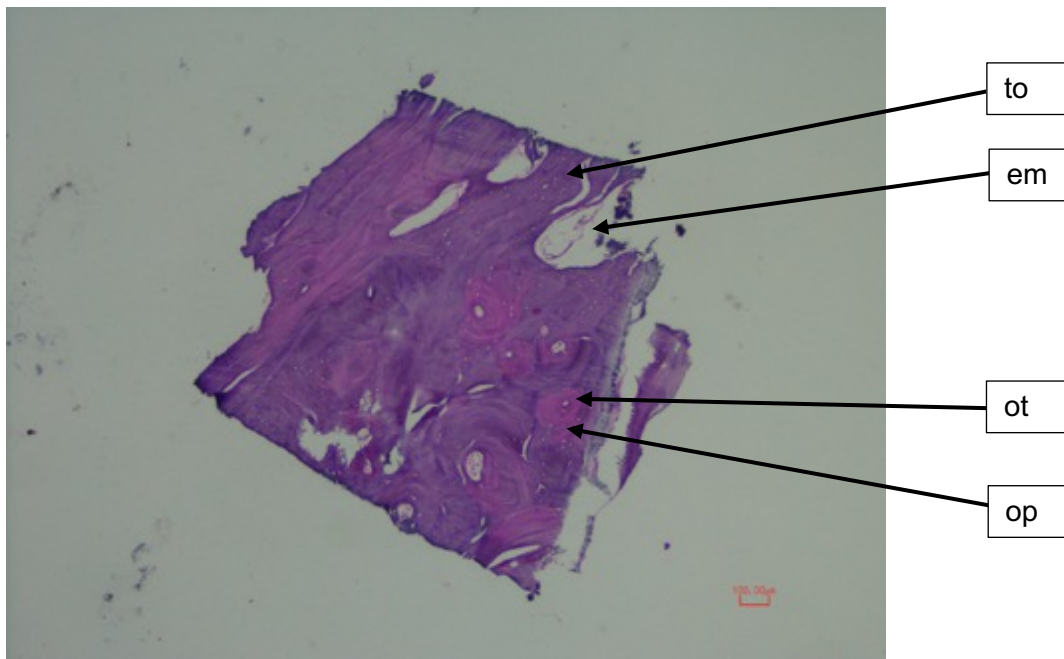
ANEXO 04
MICROFOTOGRAFÍAS DE LAS MUESTRAS ÓSEA DEL ESTUDIO



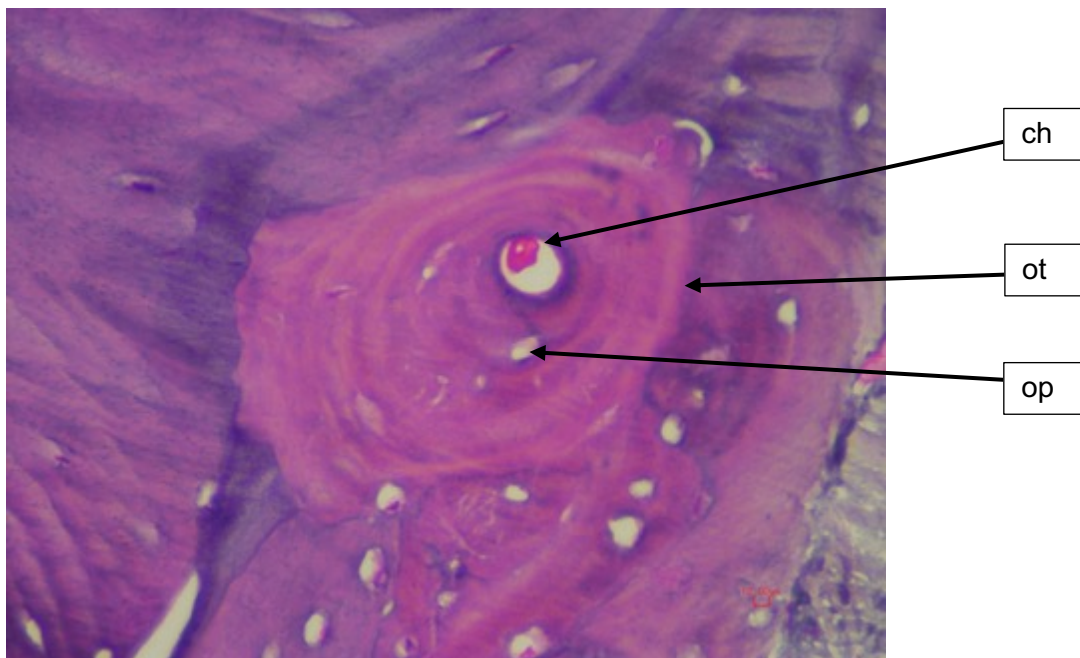
Lamina 1 Microfotografía óptica de hueso maxilar 20X de aumento. Coloración Tricómico de Masson. Se observan trabéculas óseas (to), espacios medulares con medula ósea (em) y vasos sanguíneos, osteoplastos (op), osteonas (ot, conducto de havers (ch)



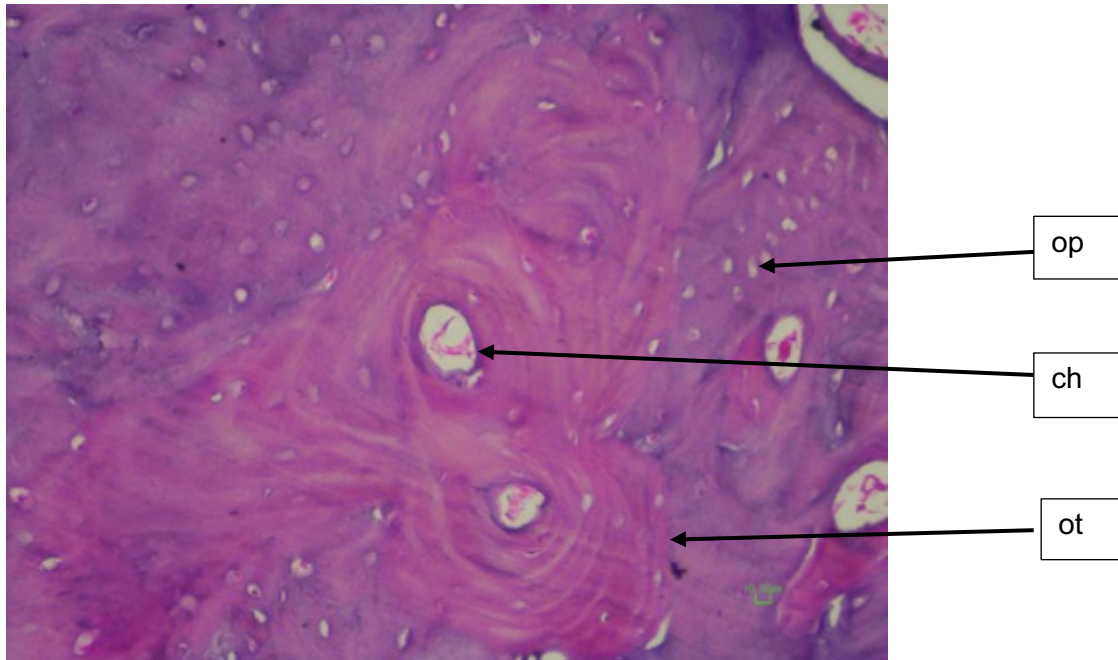
Lamina 2 Microfotografía óptica de hueso trabecular, maxilar 50X de aumento. Coloración Tricómico de Masson. Se observan trabéculas óseas (to) , espacios medulares con medula ósea (em) y vasos sanguíneos, osteoplastos (op)



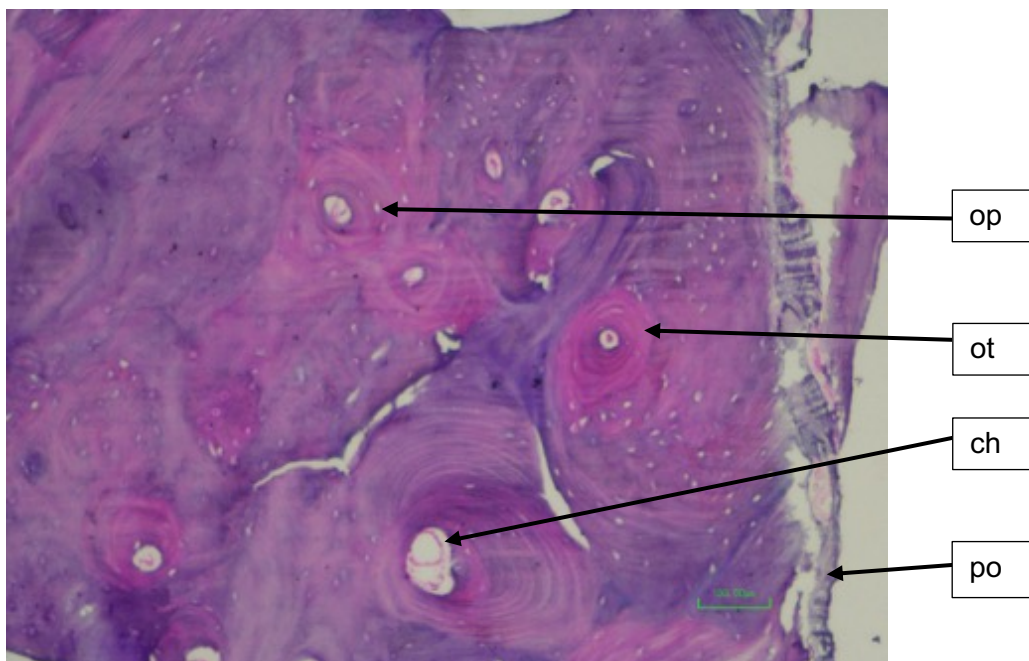
Lamina 3 Microfotografía óptica de hueso cortical mandíbula 20X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observan trabéculas óseas (to), espacios medulares(em) con medula ósea, osteoplastos(op) y osteonas (ot).



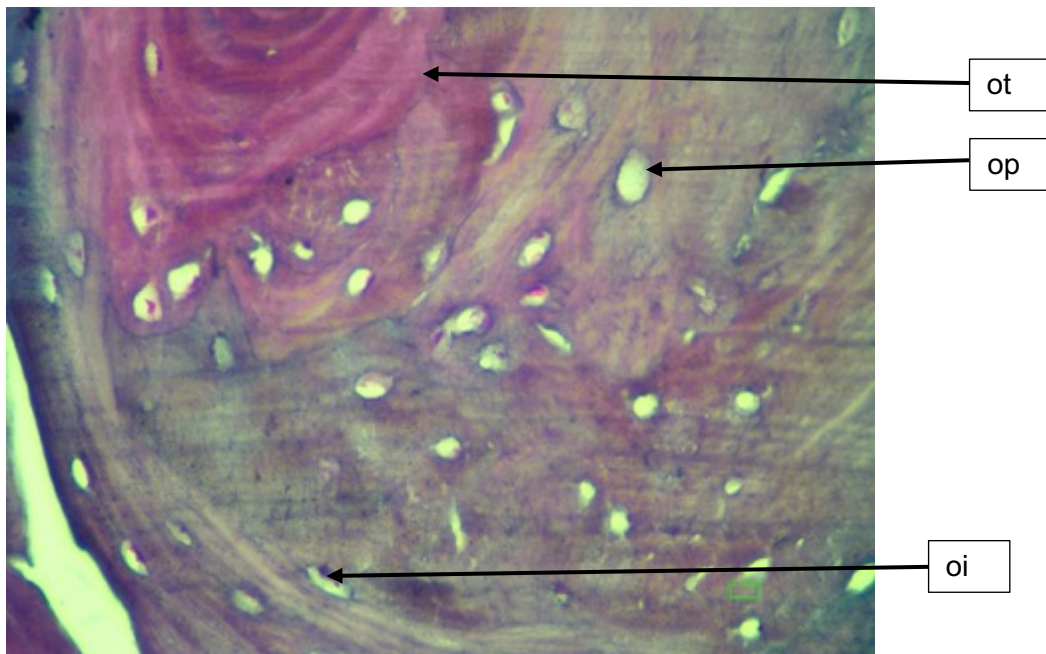
Lamina 4 Microfotografía óptica de hueso cortical mandíbula 50X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, osteoplastos(op) y osteonas (ot), conducto de Havers (ch).



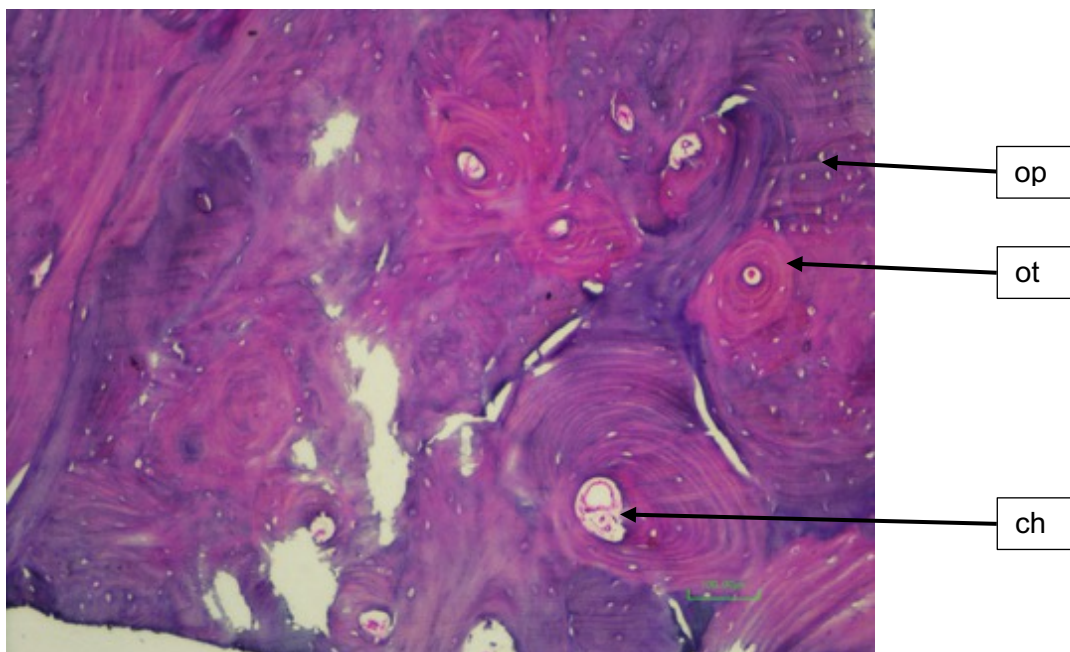
Lamina 5 Microfotografía óptica de hueso cortical mandíbula 50X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, osteoplastos (op) y osteonas (ot), conductos de Havers (ch).



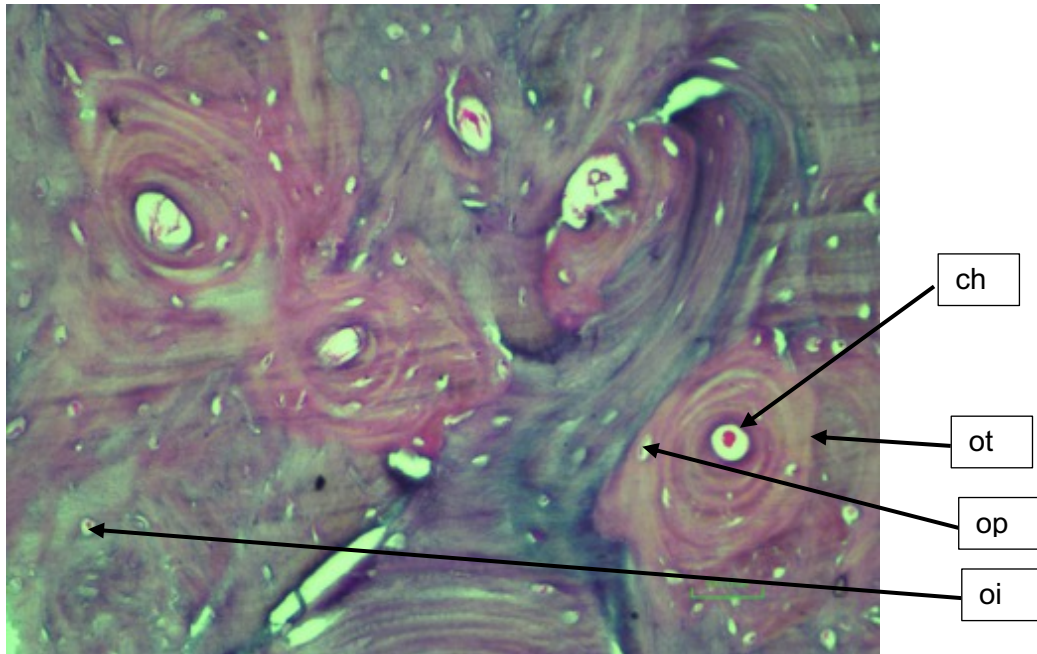
Lamina 6 Microfotografía óptica de hueso cortical mandíbula 20X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, osteoplastos (op) y osteonas (ot), conductos de Havers (ch), periostio (po).



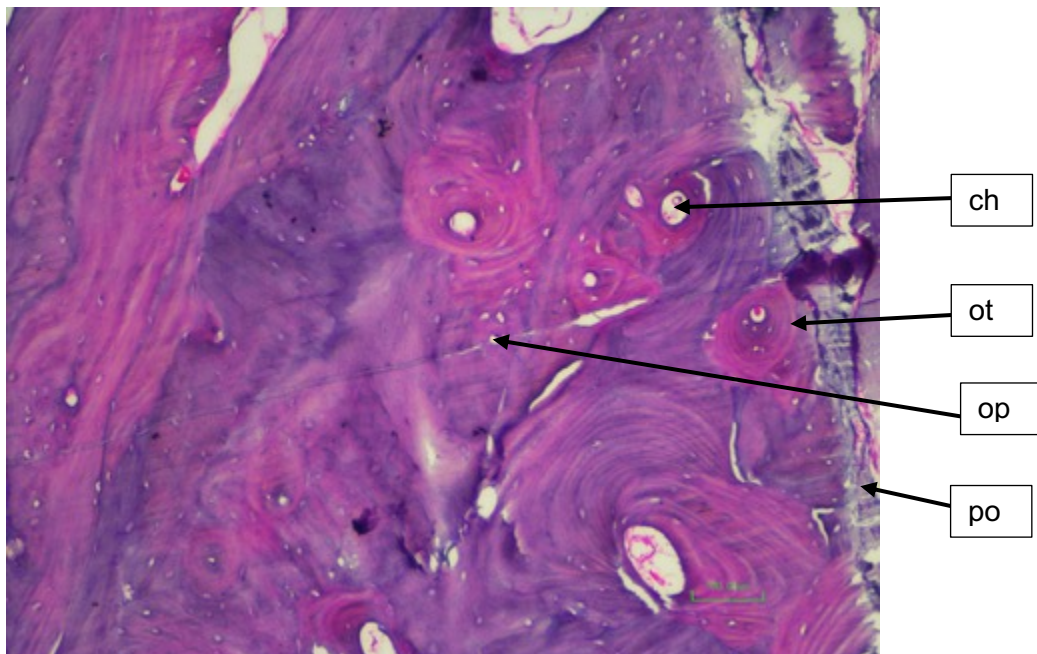
Lamina 7 Microfotografía óptica de hueso cortical mandíbula 50X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, osteoplastos (op), osteocito(oi) y osteonas (ot)



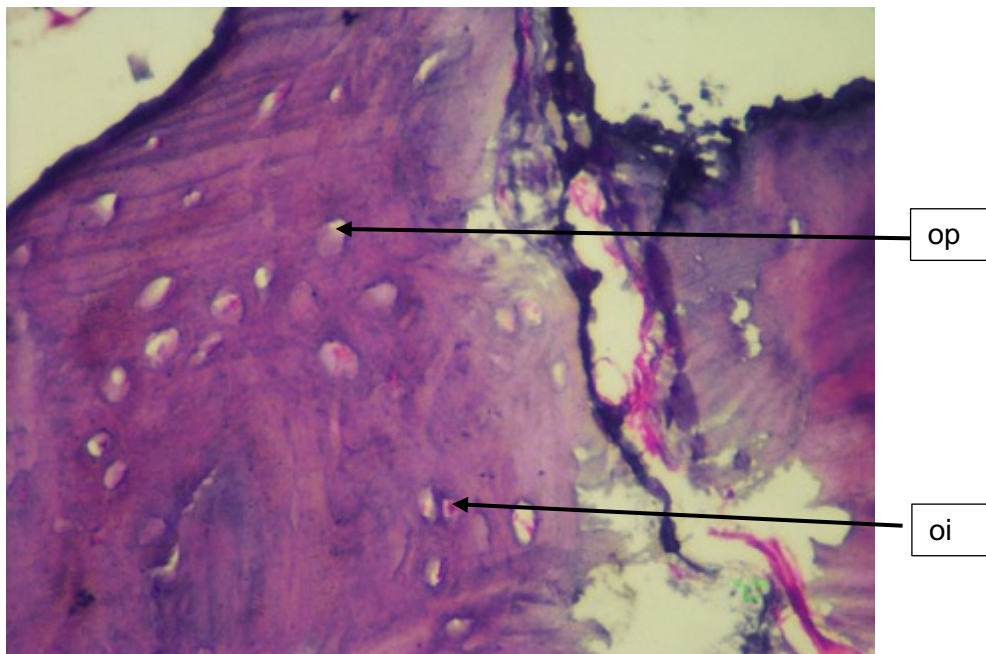
Lamina 8 Microfotografía óptica de hueso cortical mandíbula 20X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, osteoplasto (op), osteona (ot) y conducto de Havers (ch)



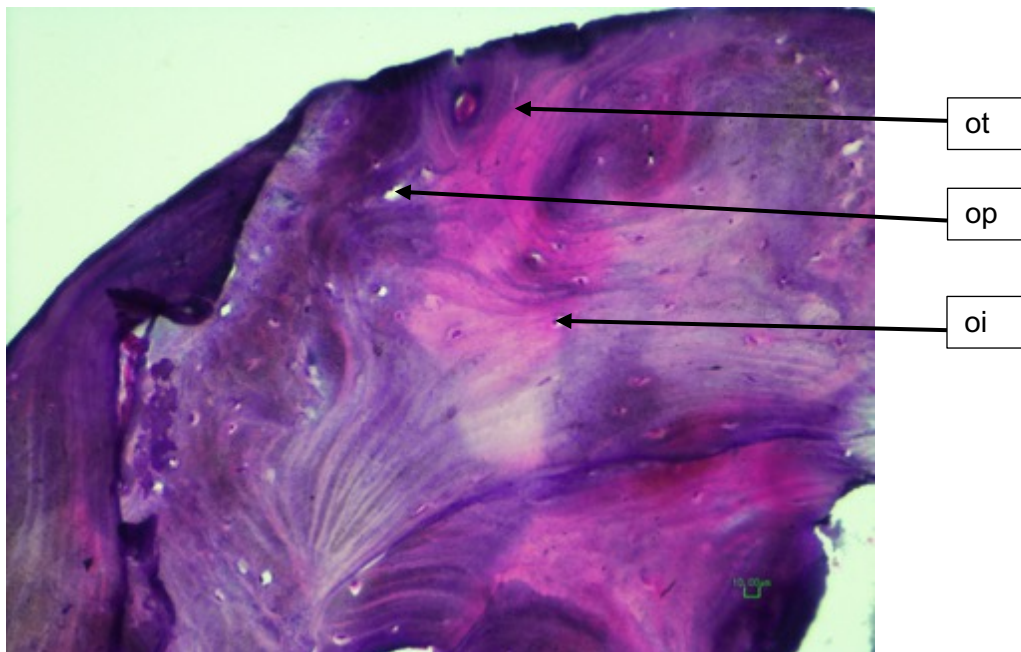
Lamina 9 Microfotografía óptica de hueso cortical maxilar 20X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, osteoplastos (op), osteocito (oi), osteonas (ot) y conductos de Havers (ch).



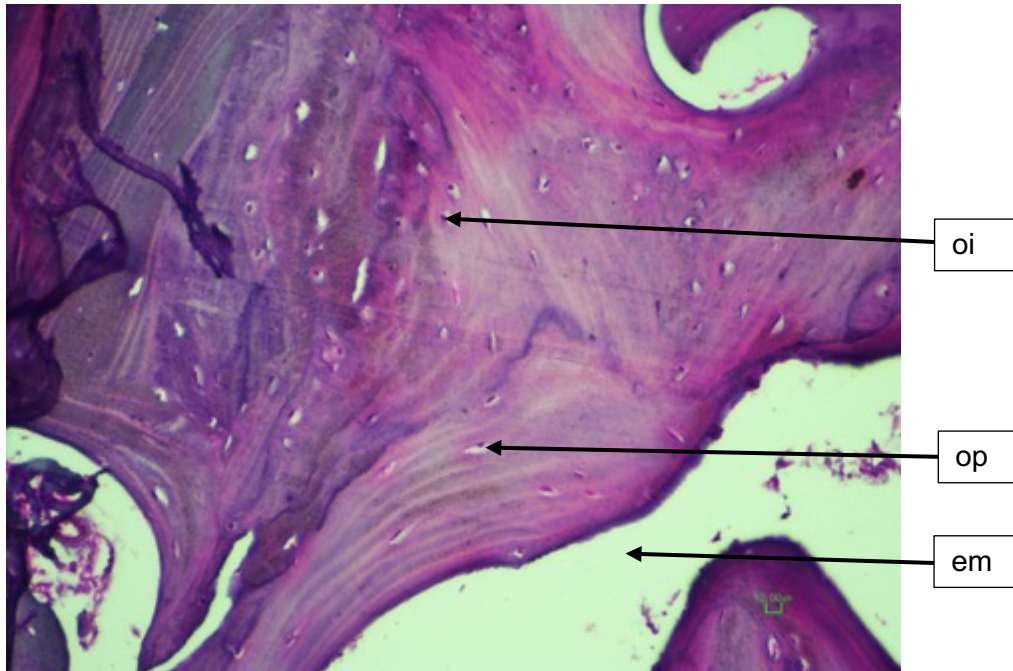
Lamina 10 Microfotografía óptica de hueso cortical mandíbula 20X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, osteoplastos (op) y osteonas (ot), conductos de Havers (ch), periostio (po).



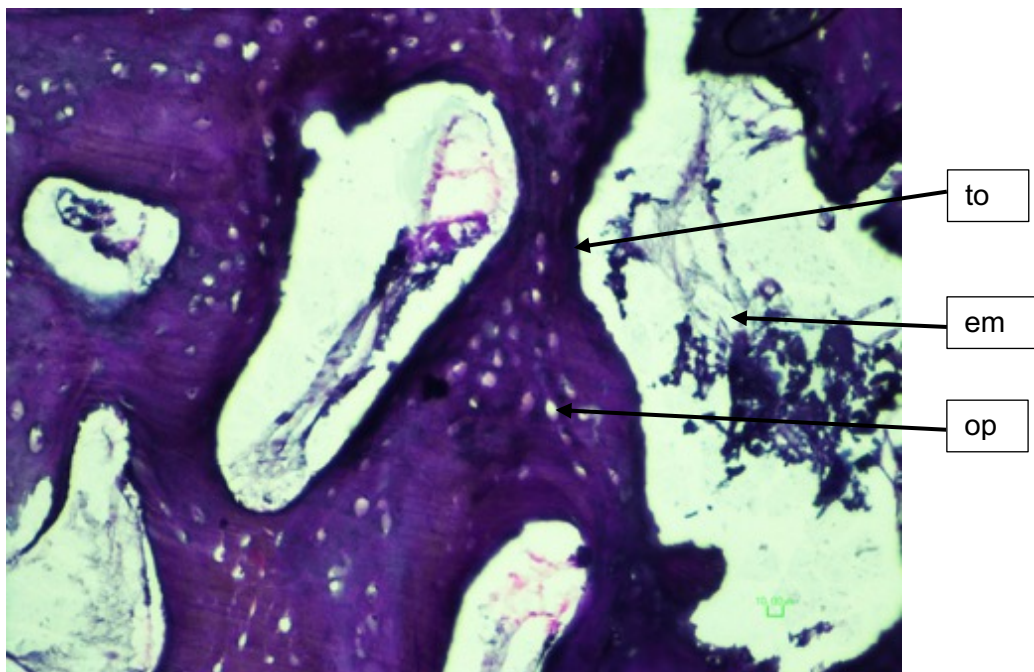
Lamina 11 Microfotografía óptica de hueso cortical maxilar 50X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, osteoplastos (op) osteocito (oi)



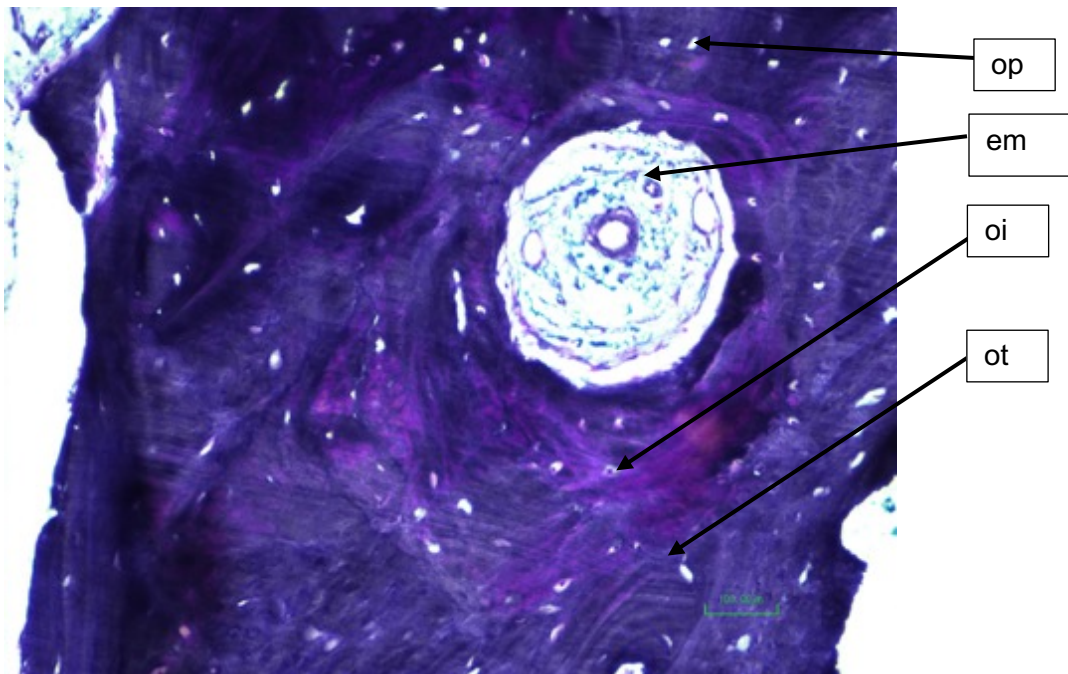
Lamina 12 Microfotografía óptica de hueso cortical maxilar 20X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, osteoplastos (op), osteocito (oi) y osteonas (ot).



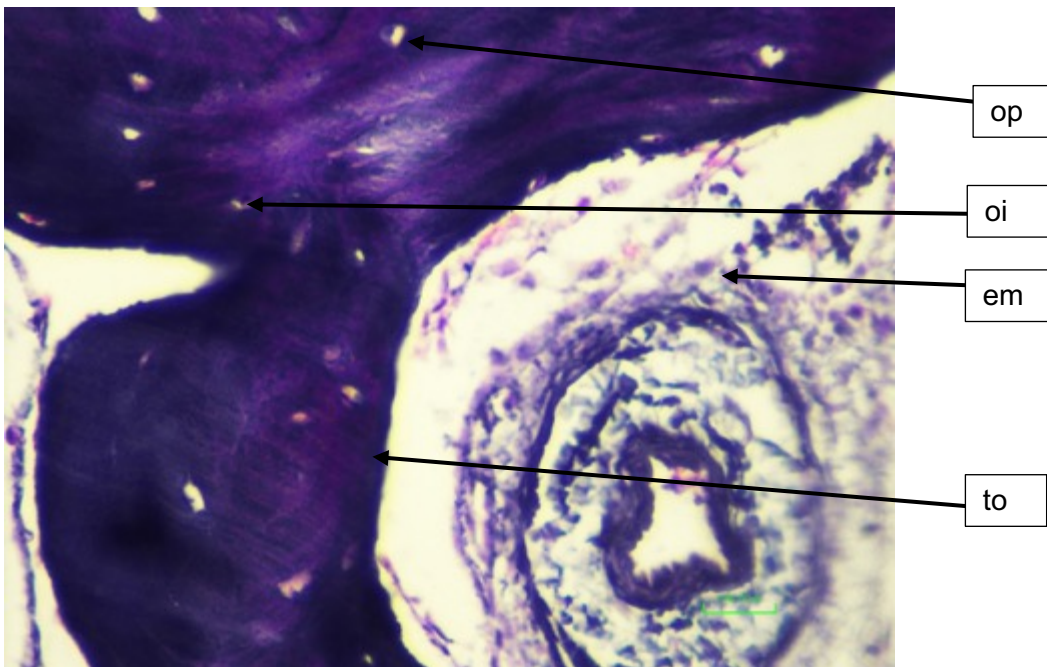
Lamina 13 Microfotografía óptica de hueso cortical mandíbula 20X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, osteoplastos (op) , osteocito (oi) y espacios medulares (em).



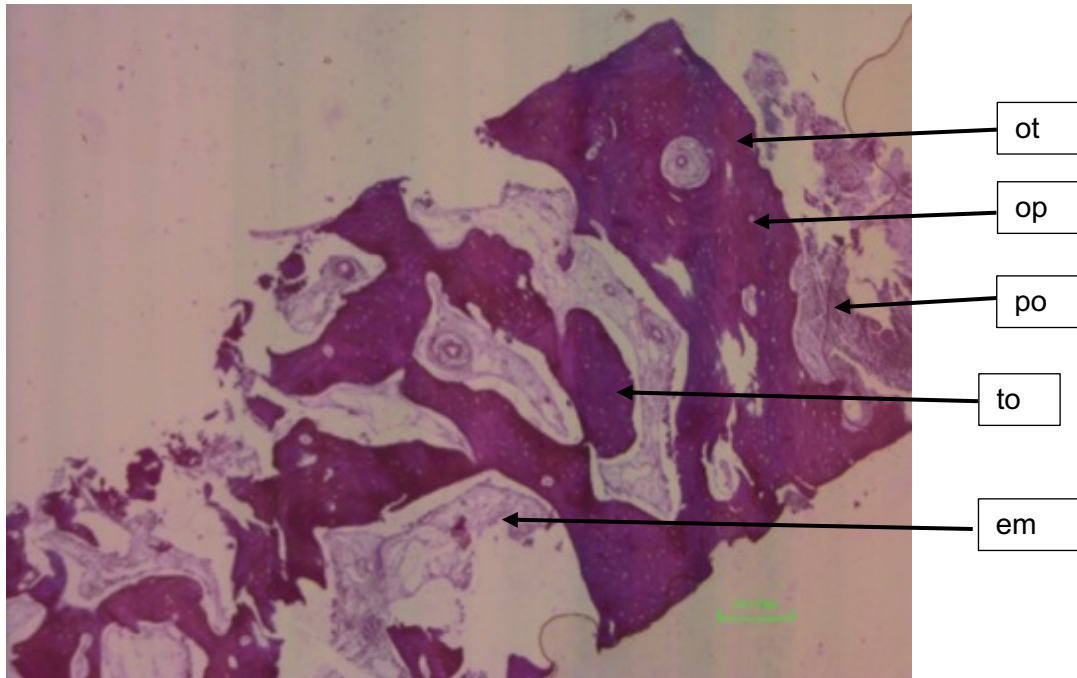
Lamina 14 Microfotografía óptica de hueso esponjoso maxilar 50X de aumento. Coloración Tricromico de Masson. Se observa, trabéculas óseas (to), osteoplastos (op) y espacios medulares (em).



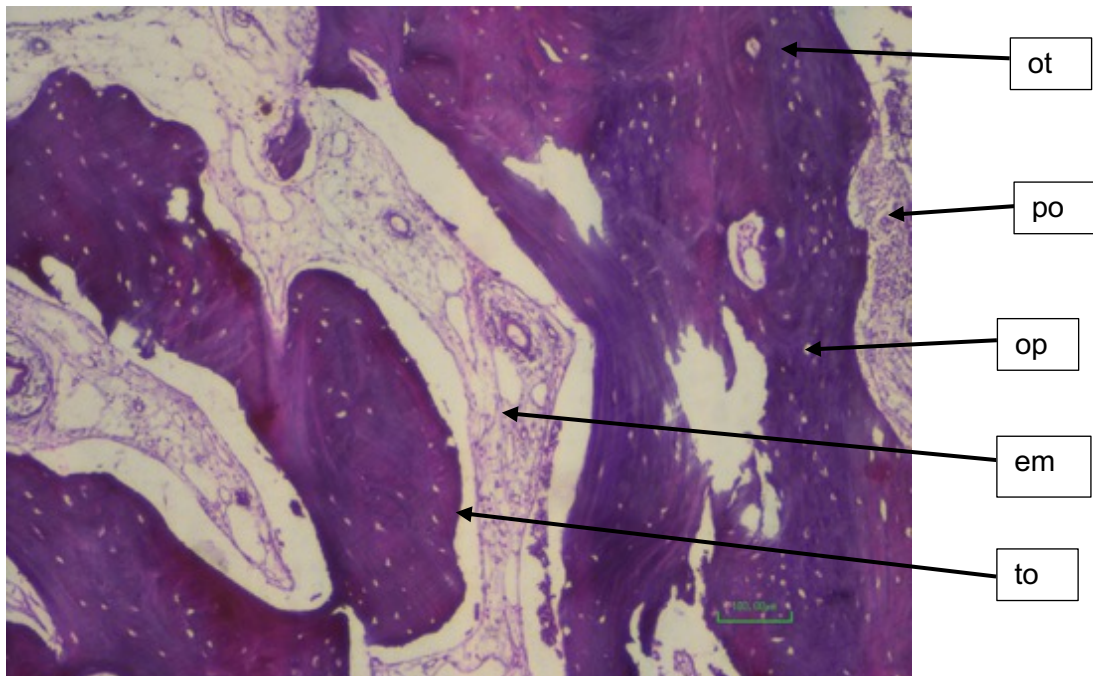
Lamina 15 Microfotografía óptica de hueso cortical maxilar 20X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, osteoplastos (op) , osteocito (oi), osteona (ot) y espacio medular (em).



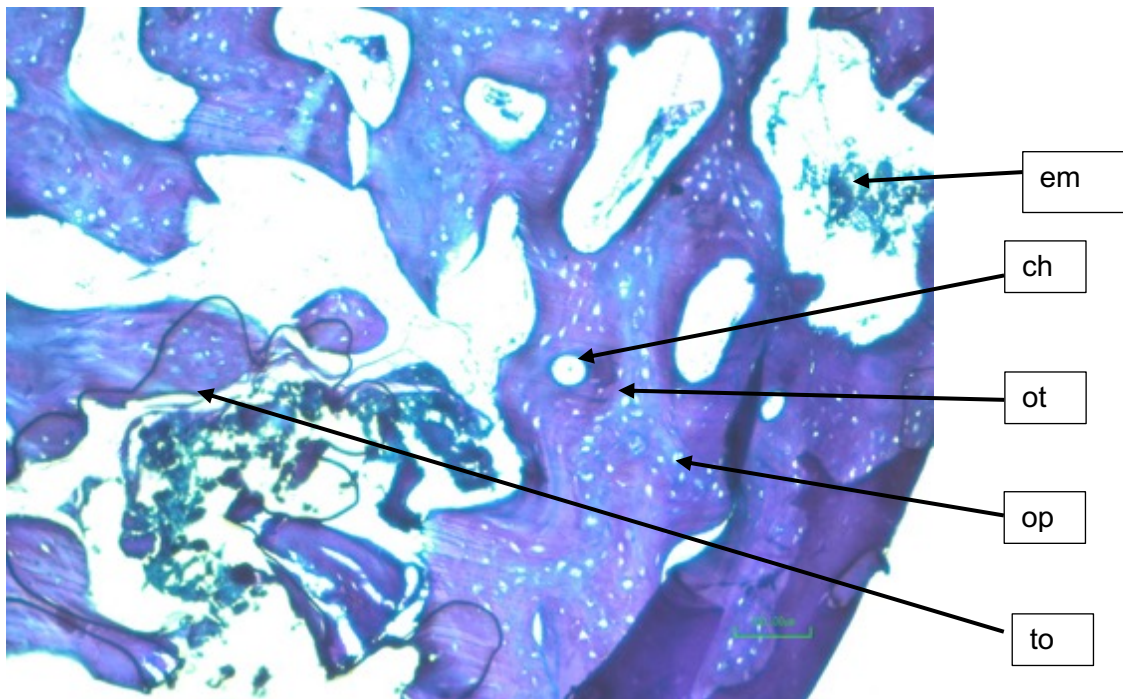
Lamina 16 Microfotografía óptica de hueso esponjoso maxilar 50X de aumento. Coloración Tricromico de Masson. Se observa, trabécula ósea (to) , osteoplastos (op), osteocito (oi) y espacio medular con medula ósea (em).



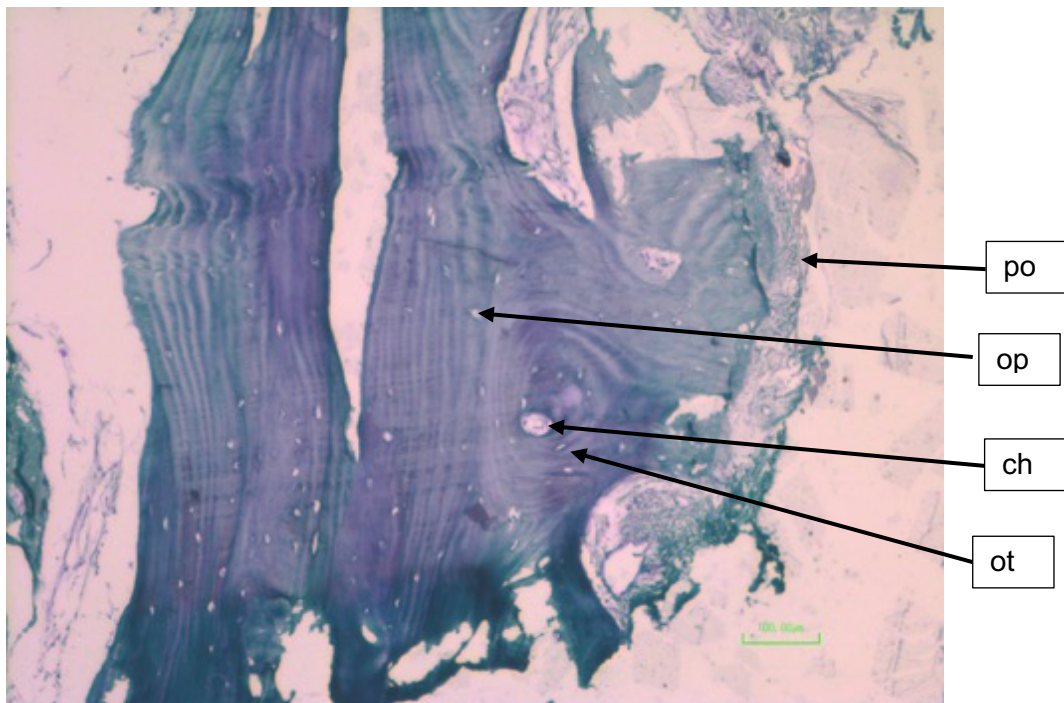
Lamina 17 Microfotografía óptica de hueso cortical y esponjoso maxilar 20X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, periostio (po) , osteoplastos (op), osteonas (ot); trabéculas ósea (to), espacios medulares con medula ósea (em).



Lamina 18 Microfotografía óptica de hueso cortical y esponjoso maxilar 20X de aumento. Coloración Hematoxilina Eosina. Se observa, periostio (po), osteoplastos (op), osteonas (ot); trabéculas ósea (to), espacios medulares con medula ósea (em)



Lamina 19 Microfotografía óptica de hueso cortical y esponjoso maxilar 20X de aumento. Tricómico de Masson. Se observa, osteoplastos (op), osteonas (ot), conducto de Havers (ch); trabéculas ósea (to), espacios medulares con médula ósea (em).



Lamina 20 Microfotografía óptica de hueso cortical mandíbula 20X de aumento. Tricómico de Masson. Se observa, periostio (po), osteoplastos (op), osteonas (ot), conducto de Havers (ch).